



tecnológico de costa rica
escuela de diseño industrial

Rediseño de la interfaz gráfica de la herramienta web Insight GT para el mercado de patrones en secuencias de imágenes médicas

jean carlo picado martínez
semestre II, 2019

agradecimientos

Si pudiera agradecer a cada persona que estuvo presente durante este largo viaje, no me alcanzarían las páginas, pero creo que todos saben a quienes me refiero. Primero que todo, a mis padres, a mi hermana, a mis abuelos, a toda mi familia que estuvo siempre para mí, porque son los que vieron de primera mano este proceso, y que por más que pensé en dejarlo en muchas ocasiones, nunca se rindieron conmigo.

A mis profesores, de quienes me llevo una excelente formación no solo a nivel académico, sino también a nivel personal.

A mis compañeros y amigos que fui encontrando todo este tiempo, que aún pasando por palmadas interminables, siempre hubo tiempo para pasarla bonito y eso hizo que toda la carrera se volviera más fácil. Tal vez esta fase llega a su fin, pero la amistad permanece. Siempre tramas, nunca intramas.

índice

05	introducción
06	problema
07	justificación
08	objetivos, alcances y limitaciones
09	metodología y cronograma
10	marco teórico
11	antecedentes

12	I investigación y análisis
13	análisis de contenidos
14	análisis de la herramienta
15	user flow
17	stakeholders
18	entrevistas
19	supuestos y requerimientos
21	análisis de referenciales
29	patrones de diseño
33	mínimos comunes
37	análisis de usuarios
42	tráfico y pareto
45	arquitectura alfa

II planeamiento y desarrollo de

la propuesta ————— 48

card sorting	49
dendrograma	51
navigation path	55
wireframes	59
storyboards	63
paper prototyping	69
arquitectura beta	77

III diseño gráfico de la interfaz ————— 79

look & feel	80
mock up	85
heurísticas	89
propuesta final	98

gradiente de mejora	101
conclusiones	102
recomendaciones	103
bibliografía	104
anexos	105

introducción

El estudio de la segmentación de imágenes médicas es un área desconocida en el país a pesar de sus avances en los últimos años. El grupo PARMA de la Escuela de Computación del Tecnológico de Costa Rica ha desarrollado una aplicación en línea que permite a los médicos y estudiantes de medicina realizar marcado en imágenes médicas de manera sencilla y agilizada.

No obstante, su interfaz posee fallas tanto a nivel gráfico como en su usabilidad, lo que limita el aprendizaje de los usuarios. Se propone desarrollar una propuesta que pretende mejorar los aspectos mencionados anteriormente y optimizar su funcionamiento.



problema

Actualmente existen herramientas de marcado y máscaras en fotogramas que presentan deficiencias en cuanto a usabilidad, precisamente en el uso de una línea de tiempo. La herramienta Insight GT carece de una interfaz intuitiva que facilite el uso de esta línea de tiempo para el marcado de imágenes.

Por ende se plantea el siguiente problema:

¿Cómo mejorar la interfaz de Insight GT específicamente en el marcado de patrones y generación de máscaras en fotogramas de video?

justificación

El grupo PARMA del Tecnológico de Costa Rica se ha encargado del desarrollo de herramientas web que permita a los investigadores del área médica, el rastreo y reconocimiento de patrones en fotogramas de video. Este estudio se ha orientado específicamente al aprendizaje automatizado, facilitando el trabajo de los investigadores médicos, desarrollándose en un campo innovador a nivel nacional que compita con herramientas similares a nivel internacional.

Tomando como base la actual investigación del primer semestre del 2019, surge la necesidad de que la interfaz a desarrollar cuente con una usabilidad adecuada para el manejo de la línea de tiempo y paralelamente, mejorar la forma de aprendizaje de los usuarios de una manera eficiente e intuitiva.

objetivos, alcances y limitaciones

Objetivo general:

Rediseñar la interfaz de Insight GT para el rastreo de patrones en imágenes de video.

Objetivos específicos:

Facilitar el aprendizaje de los usuarios mediante una guía a través de la navegación y las herramientas de la aplicación.

Optimizar las funciones de la línea de tiempo y la administración de videos.

Minimizar la carga cognitiva en cuanto al uso general de la herramienta.

Alcances:

Desarrollo de una maqueta interactiva que simula la interacción con la línea de tiempo.

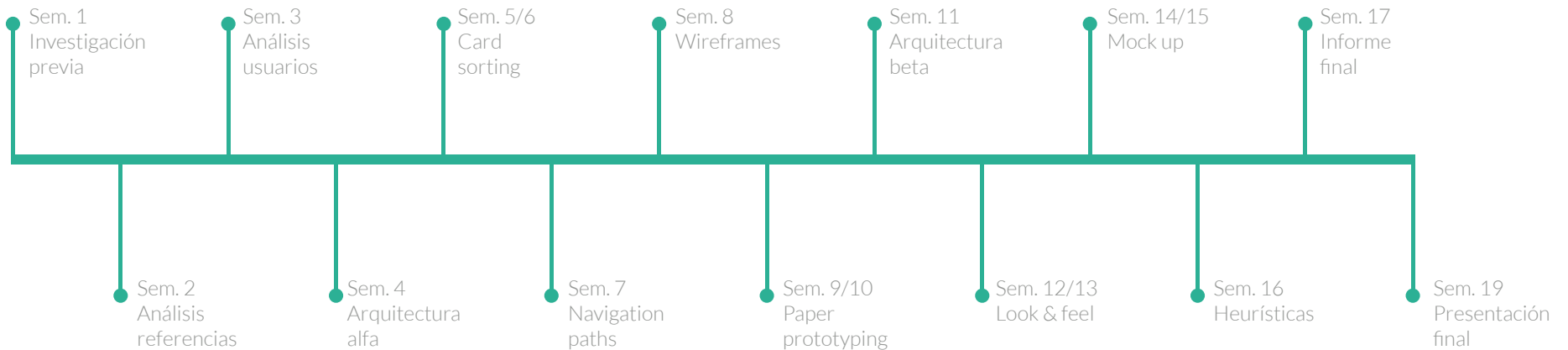
Limitaciones:

La maqueta no presenta información funcional de la herramienta, sino que es solo una muestra perceptual de la propuesta.

La recolección de información es limitada al ser un campo reciente de desarrollo.

metodología y cronograma

Dentro de la metodología que se plantea para generar dicho proyecto, se propone la establecida en el libro *Usability Cookbook* del PhD. Franklin Hernández Castro.



marco teórico

UX (Experiencia de usuario): es lo que cada usuario percibe al interactuar con un producto o un servicio.

UI (Interfaz del usuario): es la parte que utiliza elementos gráficos que permite al usuario interactuar de manera efectiva con algún sistema.

Usabilidad: es la forma en la que el UX y el UI interactúan para ofrecer una buena experiencia de usuario.

Metodología: pasos a seguir para el desarrollo de un proyecto de acuerdo a necesidades previamente establecidas.

Arquitectura de la información: organizar, etiquetar y diseñar sistemas con el fin de dar estructura y objetivo a ambientes digitales.

Línea de tiempo: herramienta en la que se alojan los fotogramas o imágenes por segundo que contienen los archivos de video.

Imagenología: área de la salud que se encarga de revisar, examinar y estudiar la anatomía del cuerpo humano, por medio de imágenes.

Imágenes médicas: diferentes formatos de imágenes que tienen como fin el monitorear estructuras internas del cuerpo humano. Entre ellas se encuentran los ultrasonidos, radiografías, resonancias, tomografías.

Segmentación de imágenes: resaltado de patrones en imágenes médicas en diferentes secciones de interés.

PACS (Picture Archiving and Communications System): Formato de sistemas de almacenamiento y distribución de imagen utilizado comúnmente en radiología.

antecedentes

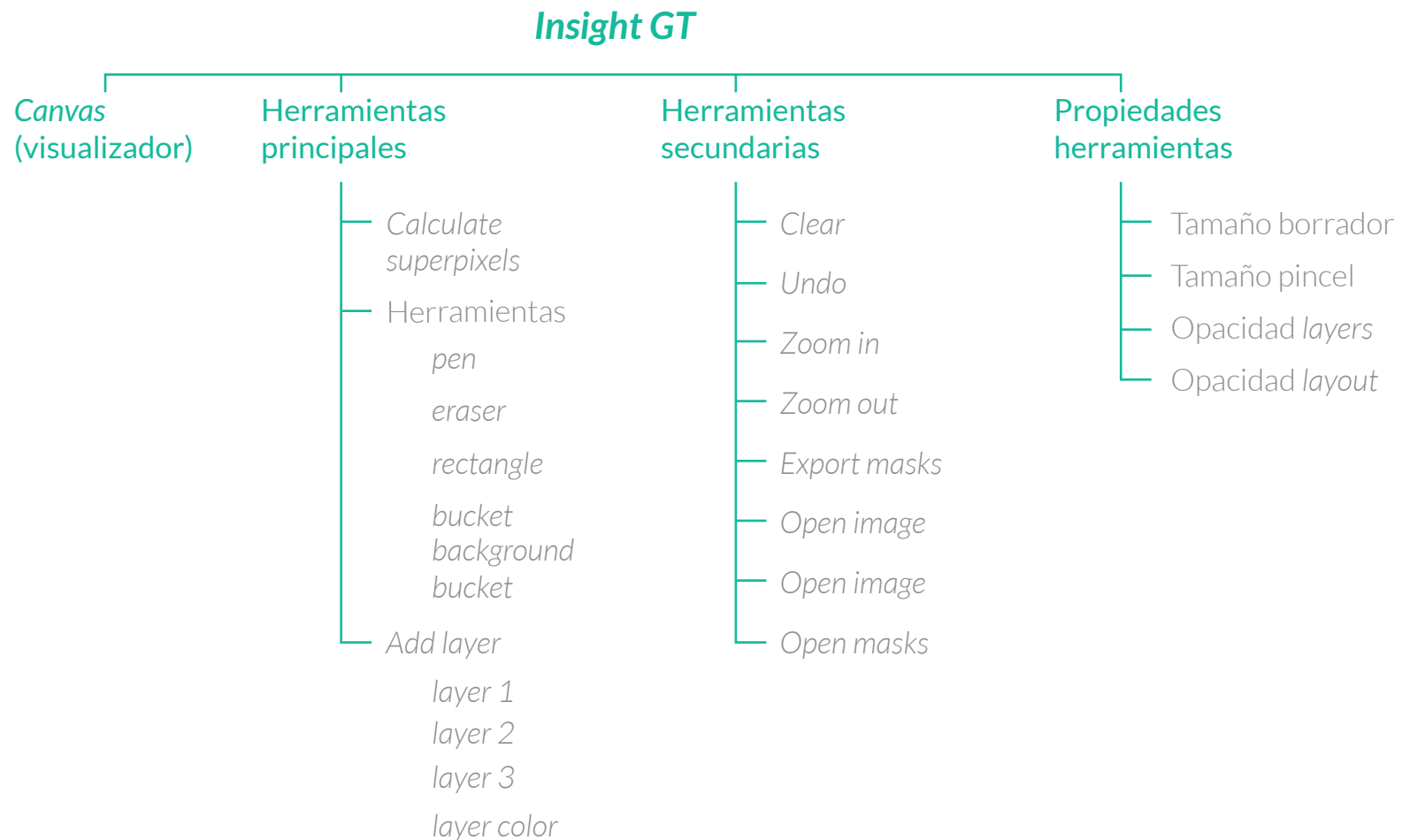
El grupo de investigación PARMA (*Pattern Recognition and Machine Learning*) de la Escuela de Computación del Tecnológico de Costa Rica, se encarga generar proyectos para la automatización del trabajo realizado por profesionales dentro diversas áreas de investigación e innovación de tecnologías. Dentro de estos proyectos se encuentra Insight GT, una herramienta web para permitir el marcado de imágenes, de manera que genere una base de datos para futuras referencias médicas.



E1

investigación y análisis

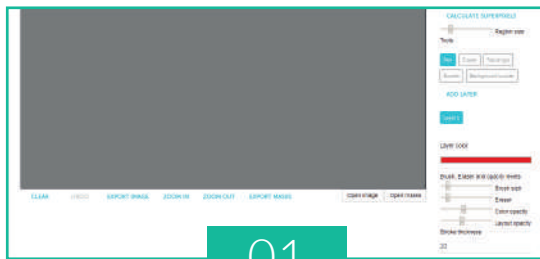
inventario de contenidos



análisis de la herramienta

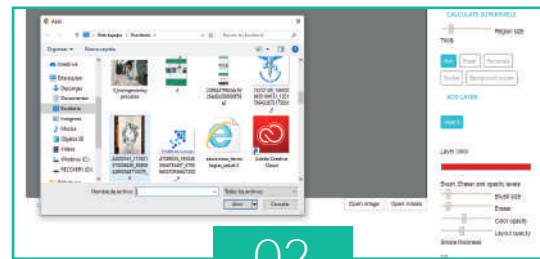
- 01 La mayoría de las herramientas se encuentran habilitadas, no obstante, no son lo suficientemente claras en cuanto a su función.
- 02 El botón de “añadir *layer*” es visible y cumple efectivamente su función, sin embargo, no da alusión de que sea un botón y parece un título.
- 03 Agregar colores de forma personalizada lo hace un elemento interesante para así diferenciar los *layers* que se trabajan.
- 04 Los *layers* no muestran la visualización de otras máscaras no seleccionadas.
- 05 Posee una curva de aprendizaje elevada en cuanto al primer uso general de la aplicación y a la corrección de errores, sin embargo, una vez que se ha logrado entender, la tarea se vuelve bastante sencilla.

user flow



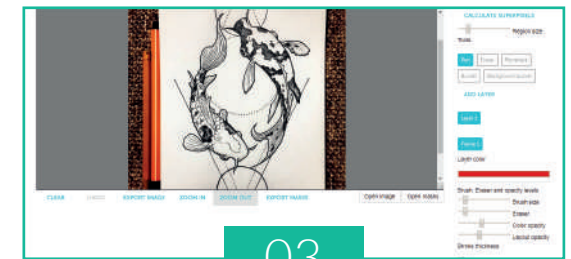
01

Abrir imagen

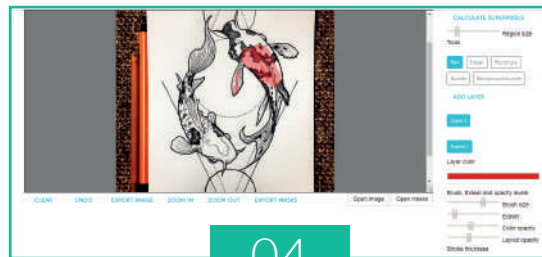


02

Seleccionar

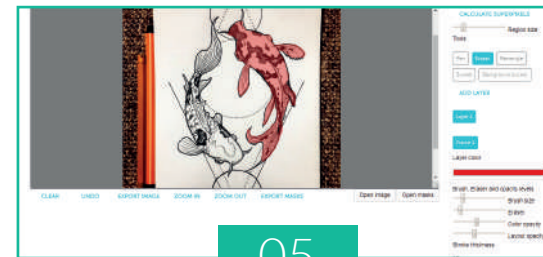


03

Seleccionar
herramienta

04

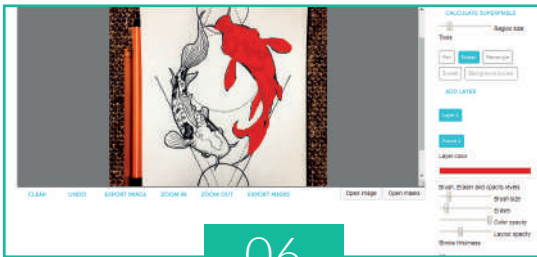
Ajustar grosor



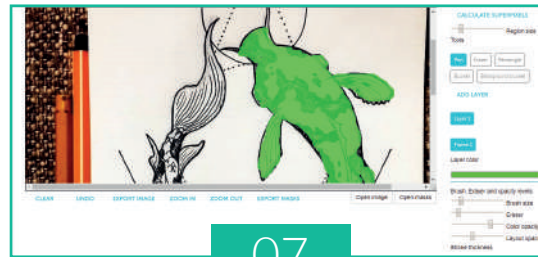
05

Dibujar

user flow



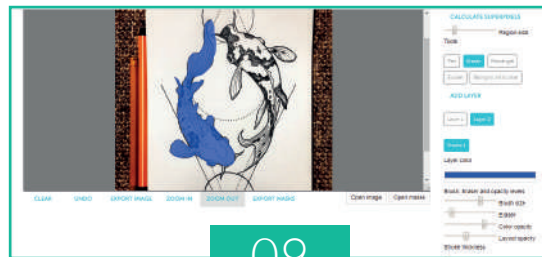
Ajustar opacidad



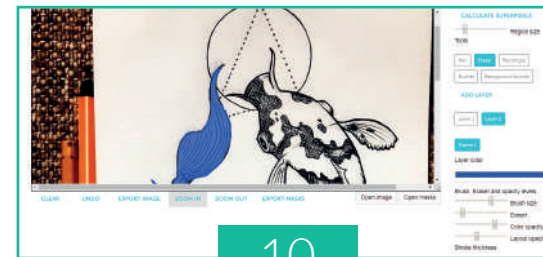
Cambiar color
de la máscara



Capa nueva



Dibujar



Corregir errores

stakeholders

Los *stakeholders* son la parte interesada en el desarrollo de la aplicación, en este caso el grupo PARMA de la Escuela de Computación del Tecnológico de Costa Rica. Tras una entrevista al grupo, se llega a la conclusión de satisfacer las siguientes necesidades:

- 01 Una propuesta innovadora de herramienta para el marcado de secuencias de imágenes médicas, que se diferencie de las demás opciones en el mercado.
- 02 Implementación de una línea de tiempo para el marcado de fotogramas, además de una opción de rastreo o *tracking* de patrones al realizar el marcado.
- 03 Definir un proceso adecuado del uso de la herramienta, con el fin de que el usuario pueda entenderla con facilidad.



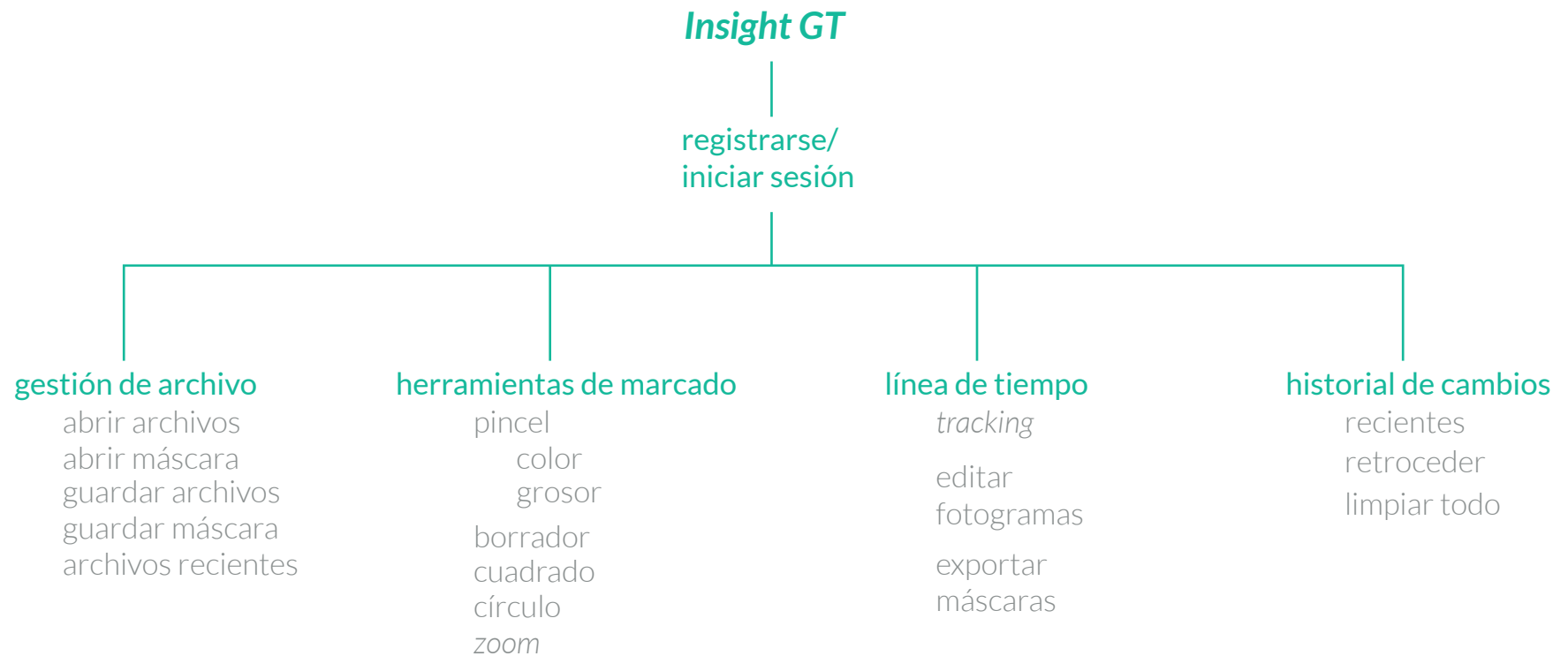
entrevistas



Del mismo modo se entrevistó a los posibles usuarios meta, en este caso expertos en el área de medicina, principalmente relacionados con el tema de imágenes médicas:

- 01 Opción de administrar los estudios de pacientes de manera en línea y que se guarden en una nube.
- 02 Compartir estudios realizados.
- 03 Herramientas adecuadas para realizar un marcado preciso.
- 04 Opción de tutoriales para fomentar el aprendizaje de la herramienta entre el personal actual y nuevo.

supuestos y requerimientos



supuestos y requerimientos

conclusiones

Entre las necesidades más importantes se encuentra el marcado en las imágenes y las diferentes herramientas con las que se realiza esta tarea.

Además se considera añadir una función de línea de tiempo con la que se habilitará el marcado y edición de fotogramas de video. Aprovechando esta sección, también se añade una función de rastreo o *tracking* de marcado en los fotogramas.

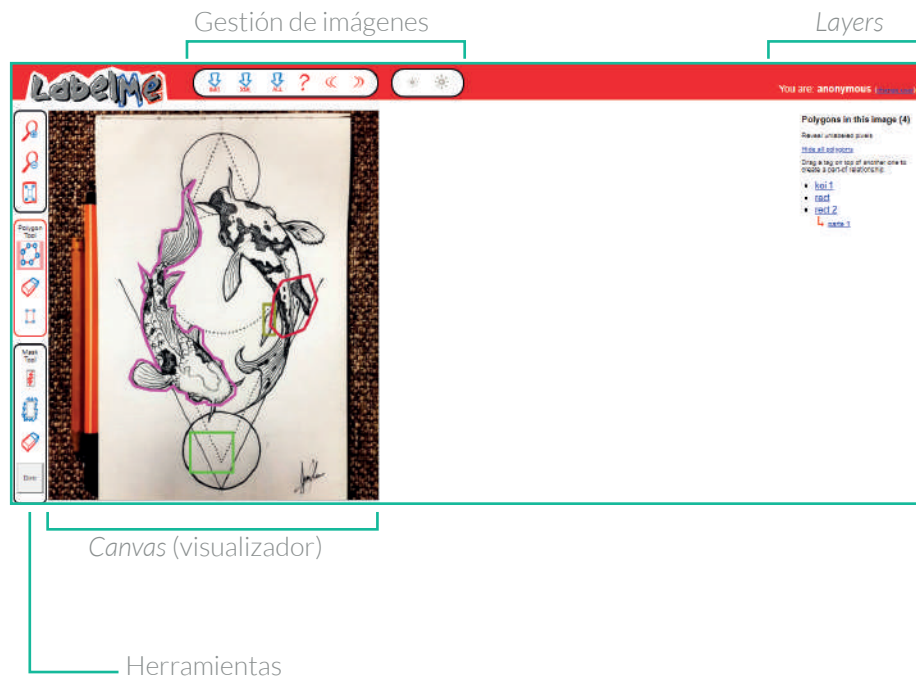
análisis de referenciales

El análisis de referenciales o *benchmarking* trata de buscar proyectos con enfoques y necesidades similares a las que se quiere satisfacer y analizar la forma en que se resolvieron esas necesidades.

Gracias a este apartado, nace el análisis de los patrones de diseño que se encuentran en la interfaz de cada una de las herramientas consultadas.

referencial 1

LabelMe



Es una herramienta de marcado de imágenes con la que se puede guardar colecciones de imágenes y compartirlas de forma pública. Puede generar modelos 3D con base a marcados en 2D almacenados en la base de datos.

Pros

Capacidad de cargar varias imágenes a la vez en una misma colección, además de descargar esas colecciones de forma ordenada por carpetas.

Opción de nombrar y añadir descripción a las máscaras y cambio de color por *default* para una fácil ubicación. Posee una opción de arrastre para guardar una máscara dentro de otra.

Contras

La herramienta solo acepta cargar imágenes en formato jpeg.

Herramientas que muestran una percepción simple, no obstante, son muy limitadas.

referencial 2

VATIC



Herramienta online de anotación de video interactivo desarrollada para el análisis de datos de tránsito en Irvine, California.

Pros

Interfaz sencilla donde se destacan el uso de una sola herramienta de marcado, la cual genera los *layers* automáticamente y la duración del video junto a los botones de *play* y *rewind*.

Al generar una máscara, automáticamente se crea un *layer* donde se detalla una descripción del marcado. Estas máscaras pueden ser ajustables durante el transcurso del video.

Opción de *tracking* automático para las máscaras durante la reproducción del video.

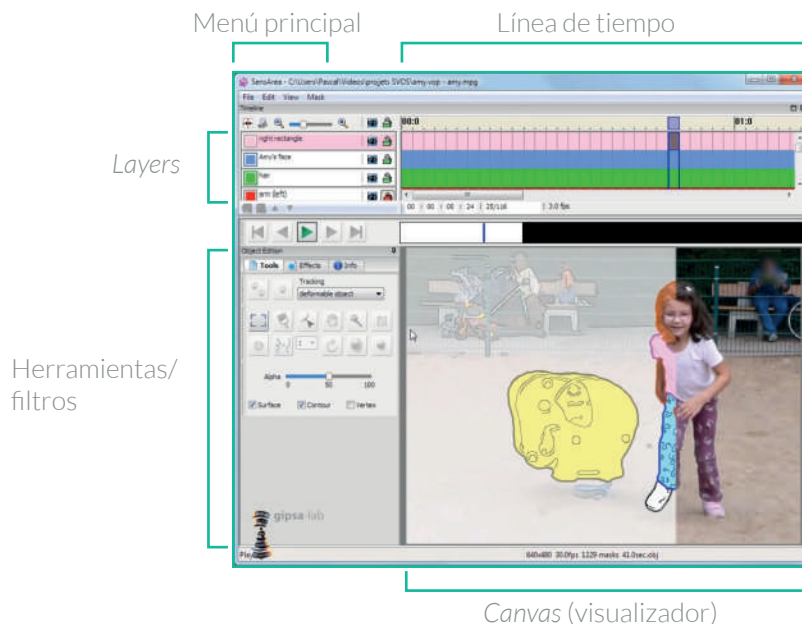
Contras

Al ser solo una herramienta rectangular de marcado, las máscaras no poseen el nivel de detalle que tienen otras aplicaciones.

El proceso previo de ajuste y posición de las máscaras se vuelve tedioso.

referencial 3

Sensarea



Es una herramienta de edición de video que cuenta con la opción de darle seguimiento a tiempo real (*tracking*) de las máscaras que se generan por medio del marcado proporcionado por el usuario

Pros

Cuenta con una variedad de efectos para un marcado detallado, además de que los nuevos marcados no afectan a las máscaras ya creadas.

El seguimiento o *tracking* de las máscaras se hace de forma automática en los fotogramas del video. Estas máscaras pueden ser editadas manualmente en cada fotograma para un mayor detalle del marcado.

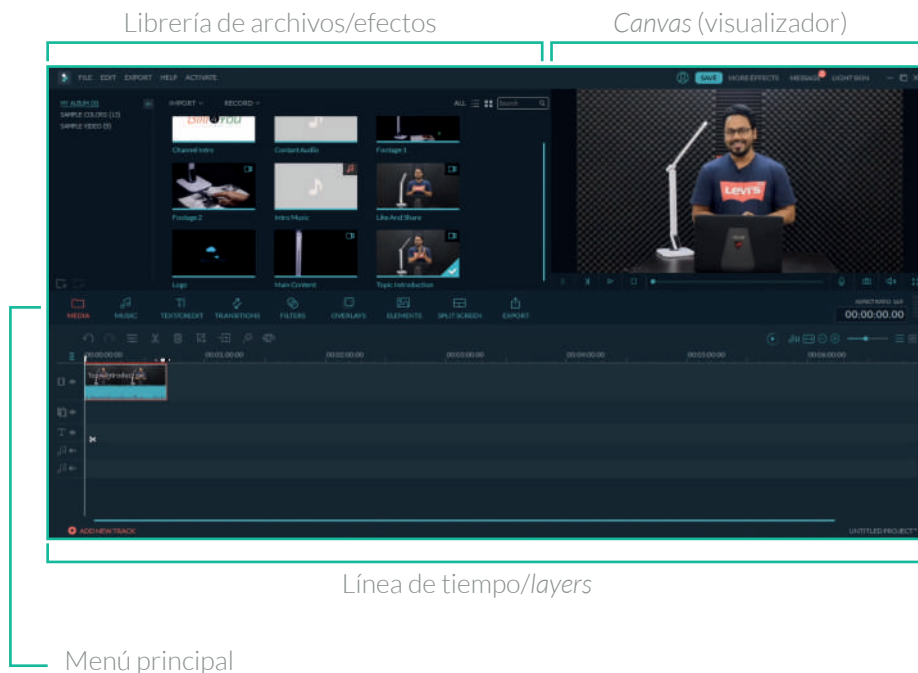
Contras

En primera instancia, la aplicación se percibe pesada para nuevos usuarios por la cantidad de herramientas que posee.

La aplicación no presenta muchos formatos para exportar videos.

referencial 4

Filmora



Es un software de edición de video en el cual se pueden importar cualquier videoclip, imagen o archivo de música, añadiendo efectos o transiciones para generar una composición de video.

Pros

Interfaz amigable con el usuario donde el *canvas* o visualizador, la línea de tiempo y librería de archivos importados tienen el mayor peso visual.

Se puede manejar la línea de tiempo por *layers* para cada archivo diferente (video, música), además de la opción de zoom en la misma para un mayor detalle de edición en los fotogramas.

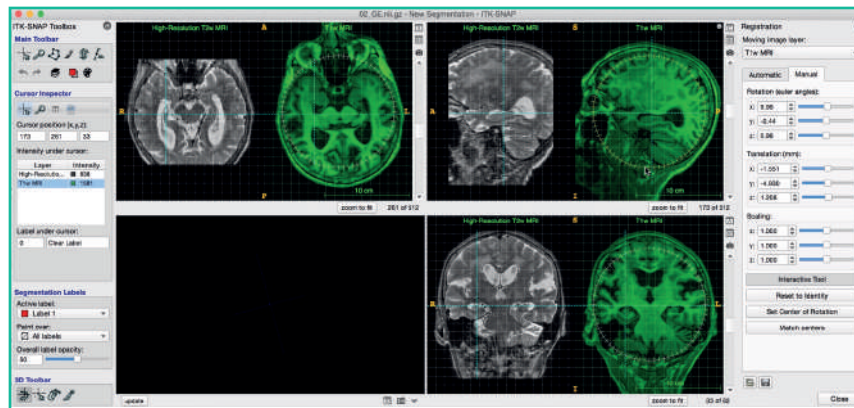
Contras

A pesar de contar con representación gráfica de las herramientas, no todas son tan intuitivas en cuanto a su función, además de que por su ubicación y la escala de las mismas, se pierden en la interfaz.

referencial 5

ITK-Snap

Canvas (visualizador) ortogonal



Herramientas
de segmentación

Herramientas
de rotación

Es un software de segmentación de imágenes médicas en 3D. Brinda al usuario una segmentación semi-automatizada utilizando métodos de contorno activo o manualmente por delineado de imágenes

Pros

Permite a los usuarios visualizar y manipular imágenes en 3 vistas ortogonales (superior, lateral y frontal) a la vez.

La barra de herramientas es amplia y se presenta ordenada a pesar de la cantidad herramientas disponibles para la segmentación de imágenes.

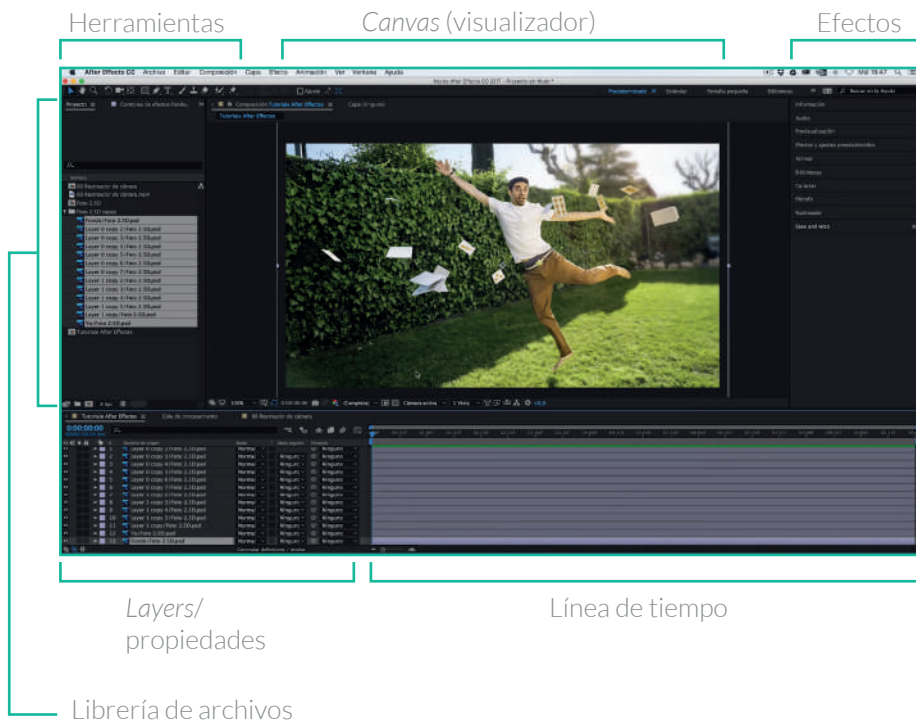
Cuenta con una gran cantidad de tutoriales, videos y otros documentos de apoyo.

Contras

A pesar de su gran funcionalidad en segmentación de imágenes médicas, solo trabaja con formatos de imágenes en 3D.

referencial 6

Adobe After Effects



Herramienta digital de edición, composición de aplicaciones, efectos visuales y *motion graphics* usado en post-producción para cine y televisión.

Pros

La sección de librerías mantiene ordenado cada elemento que se importa (imágenes, videos, música, composiciones, etc).

La representación gráfica de las herramientas básicas es intuitivo.

La línea de tiempo presenta la opción de zoom para darle mayor detalle al tiempo de las composiciones, además de que se puede manipular de forma libre los elementos que se encuentran en ella.

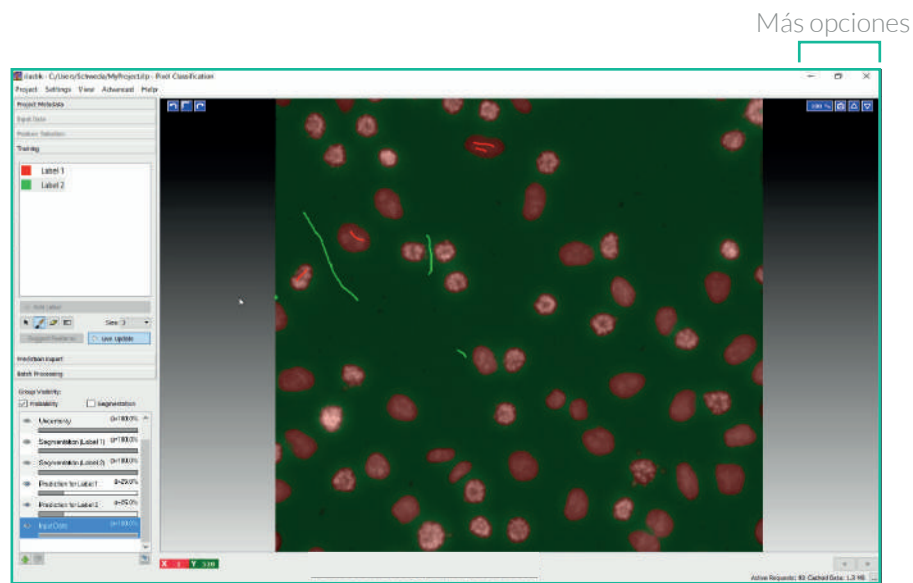
Cuenta con una opción de *tracking* para elementos en video.

Contras

Tiende a ser complicado en cuanto a los efectos y animaciones. Así como en las propiedades para cada *layer* que se crean en la línea de tiempo.

referencial 7

Ilastik



Barra de
herramientas

Canvas (visualizador)

Herramienta para la clasificación, segmentación y análisis de imágenes interactivas, la cual reconoce figuras similares a la marcada de forma automática.

Pros

Permite diferentes clasificaciones de patrones para imágenes en 2D y 3D de forma semiautomática.

Cuenta con una opción de *tracking* de patrones de forma manual o automática. Además de opciones de conteo de elementos, extracción de objetos y clasificación de píxeles.

Contras

A pesar de tener propiedades útiles para la clasificación de patrones, la gran cantidad de estas pueden tender a elevar la curva de aprendizaje.

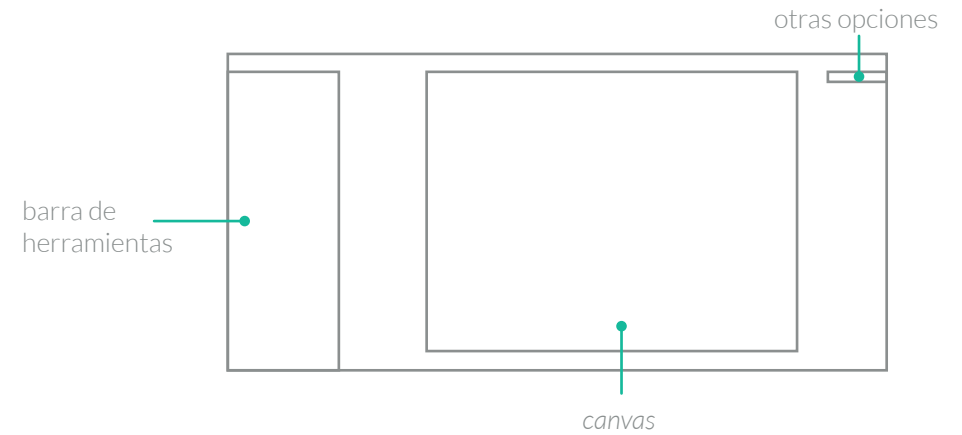
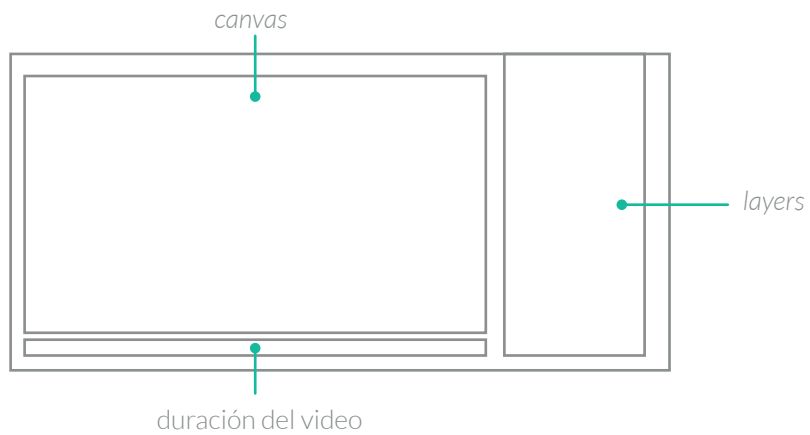
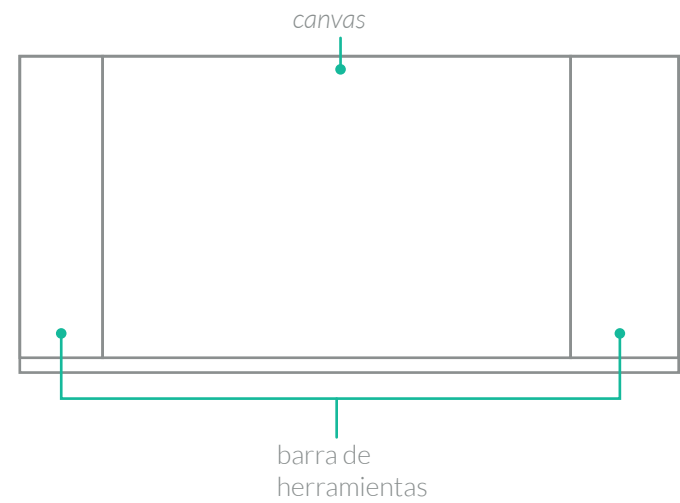
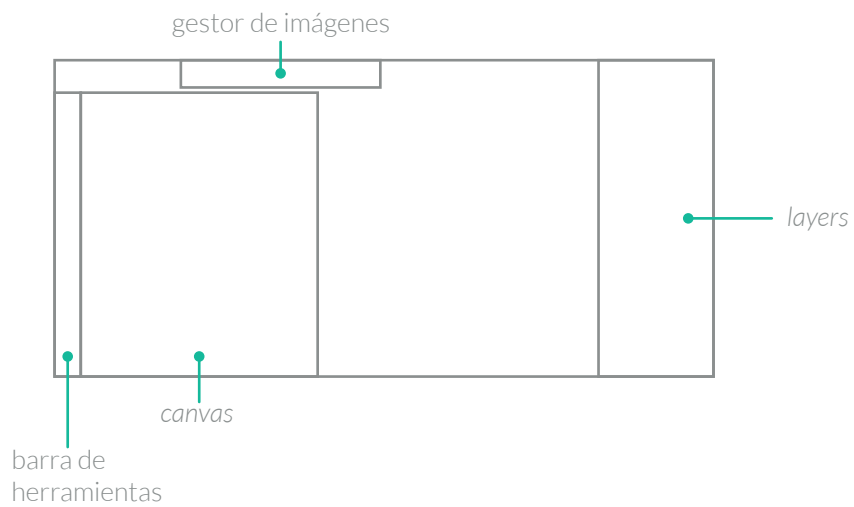
patrones de diseño

Con los patrones de diseño se busca visualizar y analizar cómo se organiza la información en los referenciales y cómo pueden aplicarse algunos de los elementos consultados en la solución de nuestras necesidades.

Para efectos del proyecto, se toman en cuenta los patrones de diseño de herramientas de marcado de imágenes, así como herramientas para la edición de video, principalmente para el análisis de la línea de tiempo que trabajan.

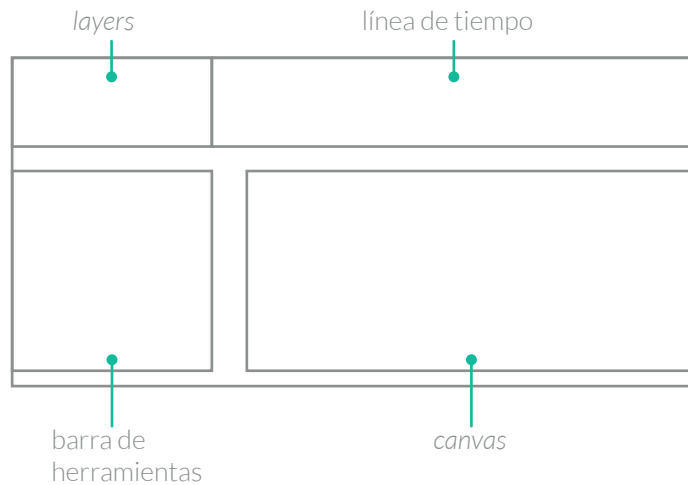
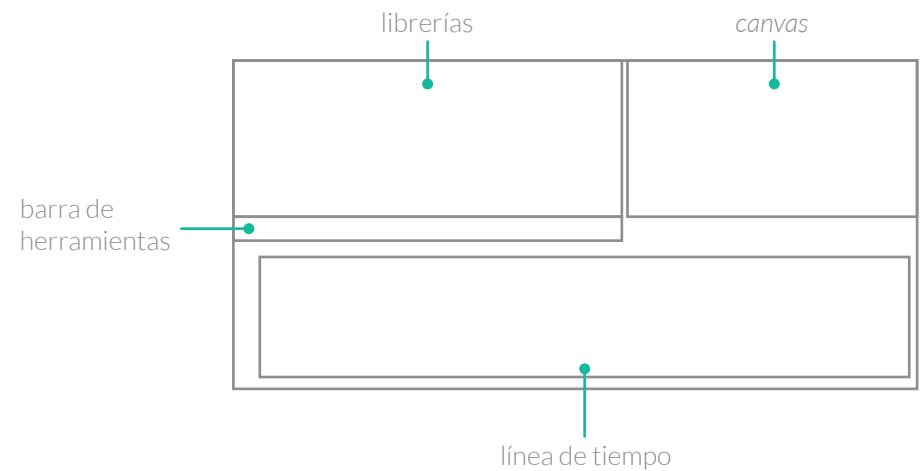
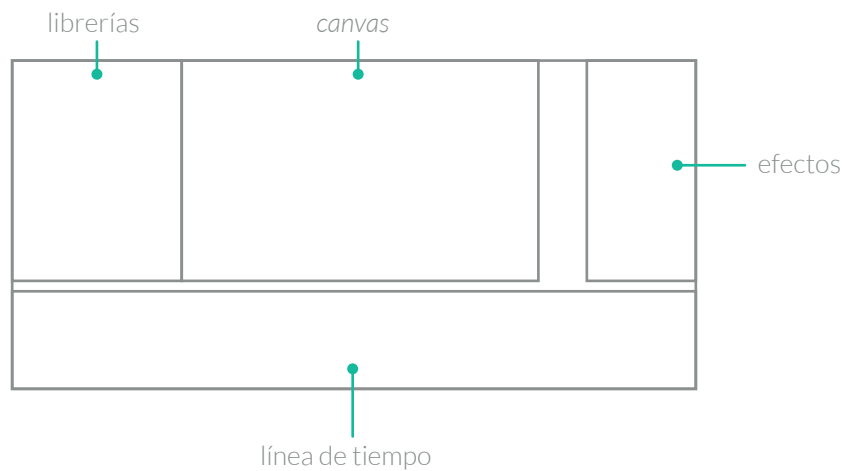
patrones de diseño

herramientas de marcado



patrones de diseño

edición de video



patrones de diseño

conclusiones

Se analizan los patrones de diseño tanto de herramientas para el marcado de imágenes como para la edición de video, en este último caso se hace detalle al uso de la línea de tiempo dentro de la herramienta.

En primera instancia, las herramientas de marcado presentan un patrón similar en los referenciales consultados. El *canvas* o visualizador se localiza en la parte central de la interfaz, en su mayoría abarcando gran espacio de ella, una barra de herramientas en la parte izquierda y una ventana de *layers* ubicada a lado derecho. En algunos casos presentan un gestor de imágenes (subir/descargar imágenes) en la parte superior izquierda y otras opciones en la parte superior derecha.

En cuanto a las herramientas de edición de video, la gran parte de referenciales tienden a ubicar la línea de tiempo en la parte inferior, abarcando así lo ancho de la herramienta. Se le añade también la visualización de *layers* en esta misma sección. Las librerías de archivos importados se localizan en la parte izquierda junto con las herramientas de uso común. Finalmente, el *canvas* o visualizador se ubica entre la parte central e izquierda de la herramienta.

mínimos comunes

Se compila la información recolectada de los referenciales y se observan las funcionalidades y patrones de diseño que se encuentran en común entre ellos.

Para efectos del proyecto se realizan dos tablas de mínimos comunes. Uno para el análisis de herramientas de marcado y otro para el análisis de aplicaciones para la edición de video.

mínimos comunes

herramientas de marcado

	LabelMe	VATIC	ITK-Snap	Ilastik
Gestor de imágenes	●			
Cuentas de usuario	●		●	
Organización de proyectos	●			
Marcado de imagen	●			
Marcado de video		●		
Organizador de <i>layers</i>	●	●	●	●
Descripción de <i>layers</i>	●	●		
<i>Tracking</i> manual		●		
Marcado 2D	●		●	●
Marcado 3D			●	●
Vistas ortogonales			●	
Segmentación manual			●	●
Segmentación automatizada			●	●
Tutoriales			●	

mínimos comunes

edición de video

	Sensarea	Filmora	After Effects
Gestor de imágenes		●	●
Cuentas de usuario		●	
Librerías de archivos		●	●
Edición por <i>frames</i>	●	●	●
Ajustes de imagen	●		●
Organizador de <i>layers</i>	●	●	●
Ajustes de imagen		●	●
<i>Tracking</i> manual	●		●
<i>Tracking</i> automático	●		●
Efectos de edición	●	●	●
Variedad de archivos imp/exp		●	●
Propiedades de <i>layers</i>			●
Compartir en la web		●	

mínimos comunes

conclusiones

Con el análisis de las tablas se definen cada una de las funcionalidades que se retomaran más tarde en las siguientes fases del proceso. Estas se resaltan dentro de las tablas:

- Marcado de imagen

- Marcado de video

- Organizador de *layers*

- Tracking* manual

- Marcado 2D

- Edición por *frames*

- Ajustes de imagen

- Tracking* automático

- Variedad de archivos imp/exp

análisis de usuarios

Tomando en cuenta las necesidades que nacen tras el análisis de la herramienta, se generan perfiles de posibles usuarios que estarían interesados en su uso.

Estos perfiles definen características específicas que reúnen los usuarios meta, así como posibles escenarios de uso de la aplicación, necesidades y motivaciones.

análisis de usuarios

médico de imagenología



Dra. Rosaura Espinoza

Médico radiólogo.

Descripción

Rosaura tiene 42 años. Es doctora en imagenología egresada de la UCR. Inició su carrera trabajando para clínicas privadas por 10 años donde luego pasó a trabajar como radióloga del Hospital Calderón Guardia, donde actualmente labora como directora del área de radiología.

Motivaciones

Rosaura le interesa que los pacientes tengan un servicio excepcional y se preocupa por ofrecer un diagnóstico preciso y seguro, por lo que se mantiene al tanto de las tendencias y avances en tecnología médica. Le es interesante el uso de esta herramienta que facilita el marcado, no solo en placas, sino también en video en el caso de usar sondas.

Necesidades

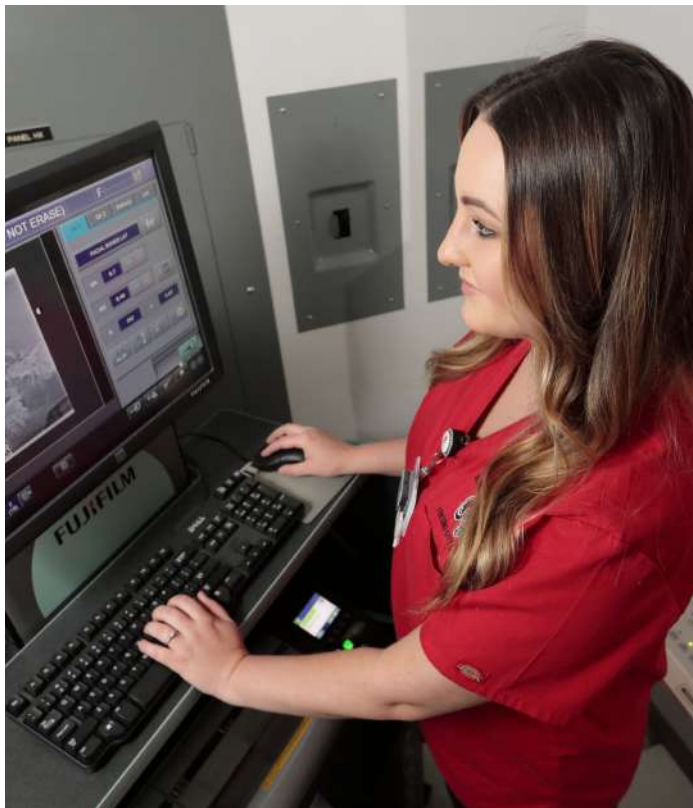
Poder marcar de forma eficaz, no solo imágenes médicas sino también poder marcar en video. Además de capacitar al personal a su cargo para realizar el trabajo con la misma calidad que se requiere.

Escenario

Al tener a cargo el área de radiología, Rosaura debe mantenerse día con día a la vanguardia de los avances en radiología e imagenología. Es por eso que busca que el trabajo de marcado realizado por ella y el personal a su cargo, sea preciso para un efectivo diagnóstico para sus pacientes.

análisis de usuarios

estudiante de radiología



Jessica Arce

Estudiante de radiología.

Descripción

Jessica tiene 24 años y es estudiante de último año en la carrera de imagenología de la UCR. Actualmente es asistente en proyectos de investigación médicos, lo cual le ha ayudado a mantenerse al tanto de su carrera y complementado su conocimiento profesional.

Motivaciones

Desde pequeña, Jessica se ha apasionado por la medicina y siempre ha trabajado duro en sus estudios, por lo que se ha comenzado a involucrar en el área de la radiología. El uso de la herramienta le ayudaría a agilizar su trabajo y a seguir conociendo nuevas tecnologías para seguir actualizando sus conocimientos.

Necesidades

Realizar marcado de imágenes de una manera fácil y eficaz, y que este marcado pueda realizarse de manera secuencial. Además le es interesante conocer nuevas técnicas como lo es el marcado en video.

Escenario

Como asistente de radiología, es encargada de realizar varios trabajos de marcado en placas, por lo que busca realizar su trabajo de forma rápida pero que al mismo tiempo sea detallado. La implementación de marcado en video puede ofrecerle un nuevo conocimiento que puede aplicar en su futura carrera.

análisis de usuarios

análisis de necesidades

	Usuario médico	Usuario estudiante
Realizar marcados en imágenes	●	●
Marcar varias imágenes a la vez		●
Facilidad de imp/exp archivos en diferentes formatos	●	●
Distintas herramientas de marcado		●
Realizar marcado en video	●	
Realizar <i>tracking</i> para el marcado	●	
Editar el marcado en fotogramas	●	
Organizar <i>layers</i> de forma eficaz	●	●
Diferenciar <i>layers</i> por color	●	●
Contar con herramientas de acceso rápido		●
Cargar proyectos a la nube	●	●
Administrar proyectos en la nube	●	
Capacitar/aprender sobre el marcado	●	●

análisis de usuarios

conclusiones

Con el análisis de las necesidades de los usuarios planteados se extrae que ambos tienen el marcado de imágenes como necesidad compartida, al igual que la organización y diferenciación de los *layers* que contienen las máscaras y el almacenar proyectos de manera digital en una nube.

Por otro lado, el marcado en video y el rastreo del mismo, se mantiene como una necesidad exclusiva del usuario médico, esto por la alta carga cognitiva que podría manejar el usuario estudiante al usarlo de primera entrada, sin embargo gracias a esto, nace la necesidad de capacitación y aprendizaje del uso de la herramienta para usuarios con mínimo o nulo conocimiento en el área.

tráfico y pareto

Se analiza cada una de las necesidades presentadas y se les asignan un porcentaje de peso de acuerdo a la frecuencia de uso que tendrían. Del mismo modo se le asigna un porcentaje a cada uno de los usuarios, seguidamente se realiza un ponderado de cada usuario junto a sus necesidades para finalmente generar un consolidado, que mostrará los *features* principales para la herramienta.

tráfico y pareto

tráfico



60%

Usuario
médico

35% Realizar marcados en imágenes

0% Marcar varias imágenes a la vez

0% Facilidad de imp/exp archivos en diferentes formatos

0% Distintas herramientas de marcado

25% Realizar marcado en video

10% Realizar *tracking* para el marcado

7% Editar el marcado en fotogramas

5% Organizar *layers* de forma eficaz

0% Diferenciar *layers* por color

0% Contar con herramientas de acceso rápido

5% Cargar proyectos a la nube

3% Administrar proyectos en la nube

10% Capacitar/aprender sobre el marcado

$$60 * 0.35 = 21$$

$$60 * 0 = 0$$

$$60 * 0 = 0$$

$$60 * 0 = 0$$

$$60 * 0.25 = 15$$

$$60 * 0.10 = 6$$

$$60 * 0.07 = 4.2$$

$$60 * 0.05 = 3$$

$$60 * 0 = 0$$

$$60 * 0 = 0$$

$$60 * 0.05 = 3$$

$$60 * 0.03 = 1.8$$

$$60 * 0.10 = 6$$

$$21 + 16 = 37\%$$

$$0 + 3.6 = 3.6\%$$

$$0 + 2 = 2\%$$

$$0 + 1.2 = 1.2\%$$

$$15 + 4 = 19\%$$

$$6 + 0 = 6\%$$

$$4.2 + 0 = 4.2\%$$

$$3 + 3.2 = 6.2\%$$

$$0 + 2 = 2\%$$

$$0 + 2 = 2\%$$

$$3 + 0 = 3\%$$

$$1.8 + 0 = 1.8\%$$

$$6 + 6 = 12\%$$

40% Realizar marcados en imágenes

9% Marcar varias imágenes a la vez

5% Facilidad de imp/exp archivos en diferentes formatos

3% Distintas herramientas de marcado

10% Realizar marcado en video

0% Realizar *tracking* para el marcado

0% Editar el marcado en fotogramas

8% Organizar *layers* de forma eficaz

5% Diferenciar *layers* por color

5% Contar con herramientas de acceso rápido

0% Cargar proyectos a la nube

0% Administrar proyectos en la nube

15% Capacitar/aprender sobre el marcado

$$40 * 0.40 = 16$$

$$40 * 0.09 = 3.6$$

$$40 * 0.05 = 2$$

$$40 * 0.03 = 1.2$$

$$40 * 0.10 = 4$$

$$40 * 0 = 0$$

$$40 * 0 = 0$$

$$40 * 0.08 = 3.2$$

$$40 * 0.05 = 2$$

$$40 * 0.05 = 2$$

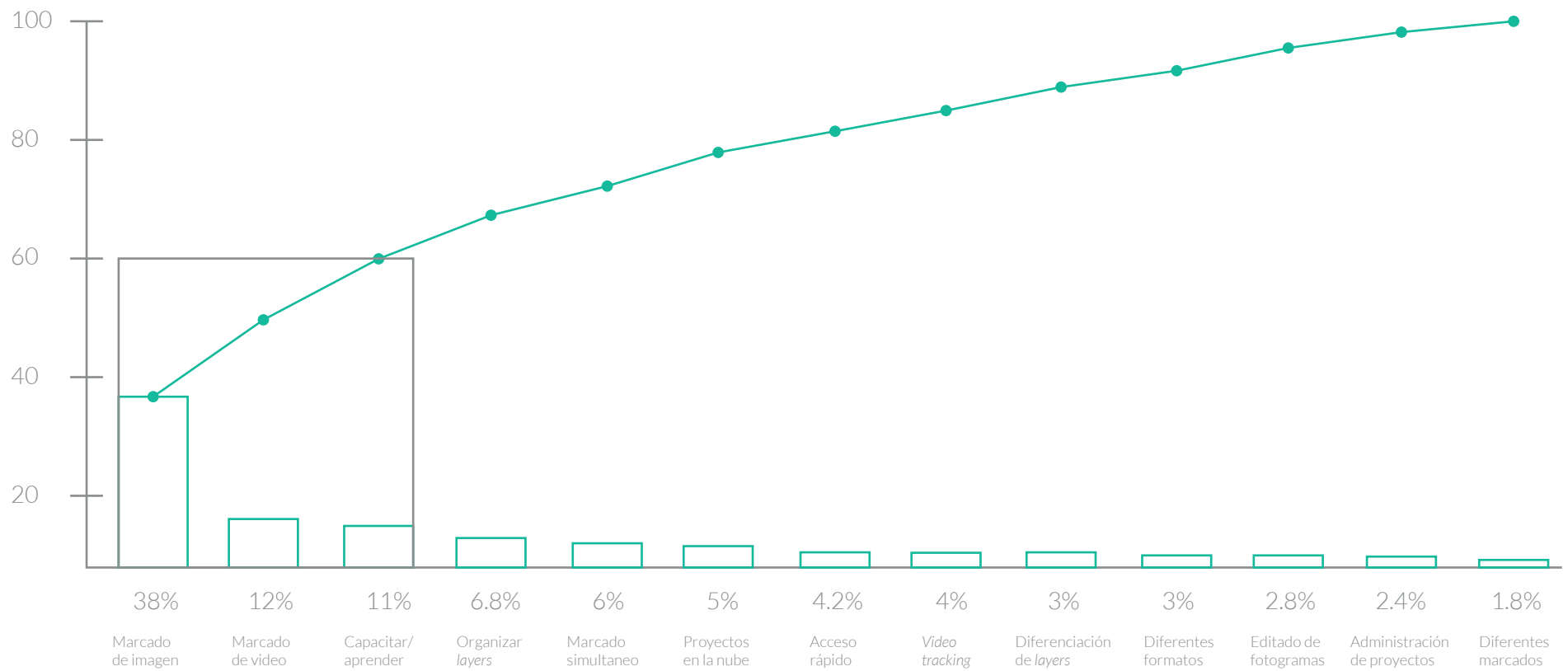
$$40 * 0 = 0$$

$$40 * 0 = 0$$

$$40 * 0.15 = 6$$

tráfico y pareto

pareto

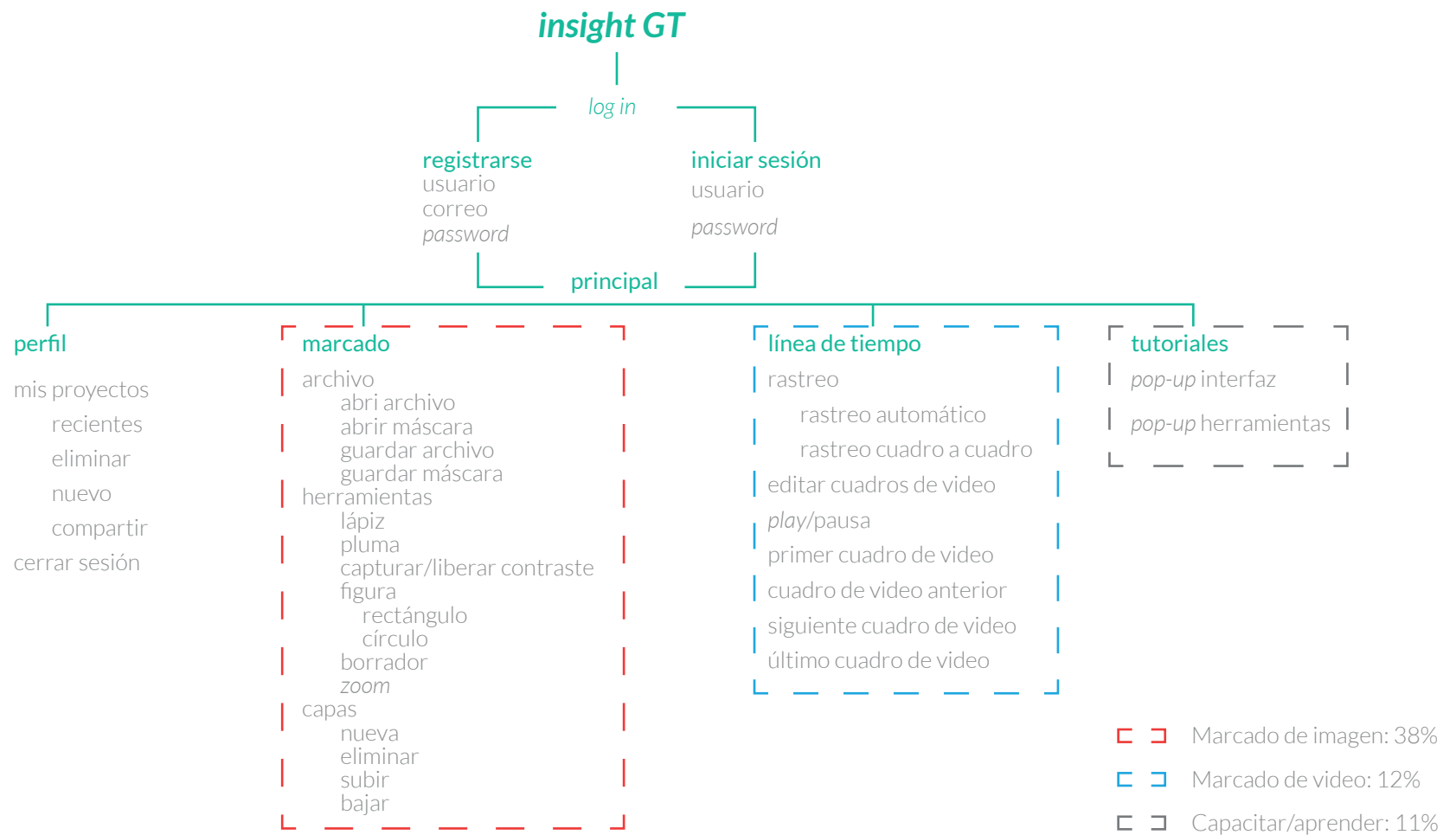


arquitectura alfa

Con los resultados de los análisis de usuarios, los análisis de necesidades y análisis de tráfico y pareto, se desarrolla la primer arquitectura para determinar la navegación que presentará la herramienta.

Gracias a la arquitectura se visualiza la jerarquía de cada una de las funciones que se encuentra en la herramienta y que satisface las necesidades presentadas.

arquitectura alfa



arquitectura alfa

conclusiones

Tras los resultados del análisis del pareto y la arquitectura, se concluye que la función de marcado de imágenes, abarca el mayor tránsito de uso dentro de la herramienta para ambos usuarios. En esta función se encuentran las principales herramientas para realizar el marcado, además de las funciones de abrir/guardar archivos y la organización de capas.

En segundo plano se encuentra el marcado de video, enfocándose principalmente en la línea de tiempo, donde además de contar con las herramientas previamente mencionadas, se encuentra el rastreo de máscaras de forma automática o manual cuadro por cuadro, además de la edición de los fotogramas. Esta función se aplica principalmente al usuario médico.

Gracias a esta última necesidad, nace el interés de capacitación y aprendizaje para el usuario estudiante, por lo que el tercer *feature* de importancia abarca una guía instructiva del uso correcto de la interfaz y sus herramientas, bajando el nivel de carga cognitiva que podría presentar.

E2

planeamiento y desarrollo
de la propuesta

card sorting

Tras definir la arquitectura alfa, se dispone a realizar el *card sorting*, el cual consiste en la agrupación de términos propuestos en la arquitectura, según el criterio de los usuarios de prueba que presentan un perfil similar al definido anteriormente en el análisis de usuarios.

Esta primera prueba con usuarios tiene el fin de validar la estructura planteada en la arquitectura, además de revisar nomenclatura.

card sorting

Se le realiza la prueba en un lapso de 15 a 20 minutos, a 5 *testers* por cada una de las personas definidas en el análisis de usuario, para un total de 10 *testers*.

Para el usuario estudiante/asistente se cuenta con la ayuda de estudiantes de 1ro a 4to año de la carrera de Imagenología de la Escuela de Tecnologías en Salud de la Universidad de Costa Rica (UCR). Por otro lado, se le realiza la prueba a profesores de Imagenología de la UCR, además de médicos radiólogos y técnicos en imágenes médicas de la Clínica de Nuestra Señora de Los Ángeles de Cartago, en el caso de los usuarios médico/profesor.

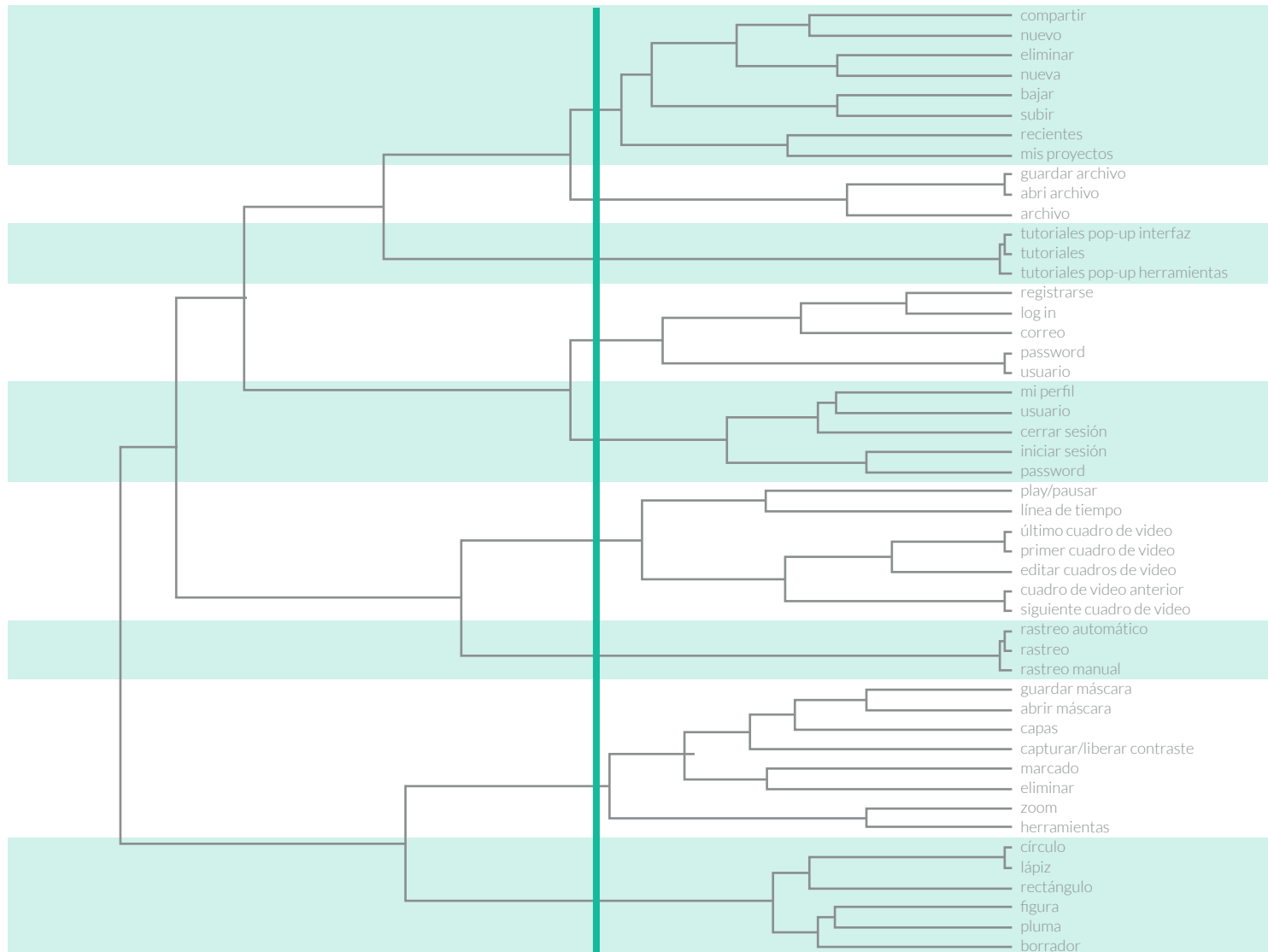
Durante cada una de las pruebas se realizaron preguntas a los *testers* para una mejor retroalimentación y validación de los datos para si obtener un mejor resultado final.

Posteriormente se compila toda la información gracias a la herramienta web *Usabilitytest*, para una mejor visualización del resultado final por medio de un dendrograma.

dendrograma

Es el resumen gráfico que indica las veces que ciertos términos fueron agrupados juntos gracias a los *testers*, logrando así un consolidado de la información obtenida.

dendrograma



dendrograma

conclusiones

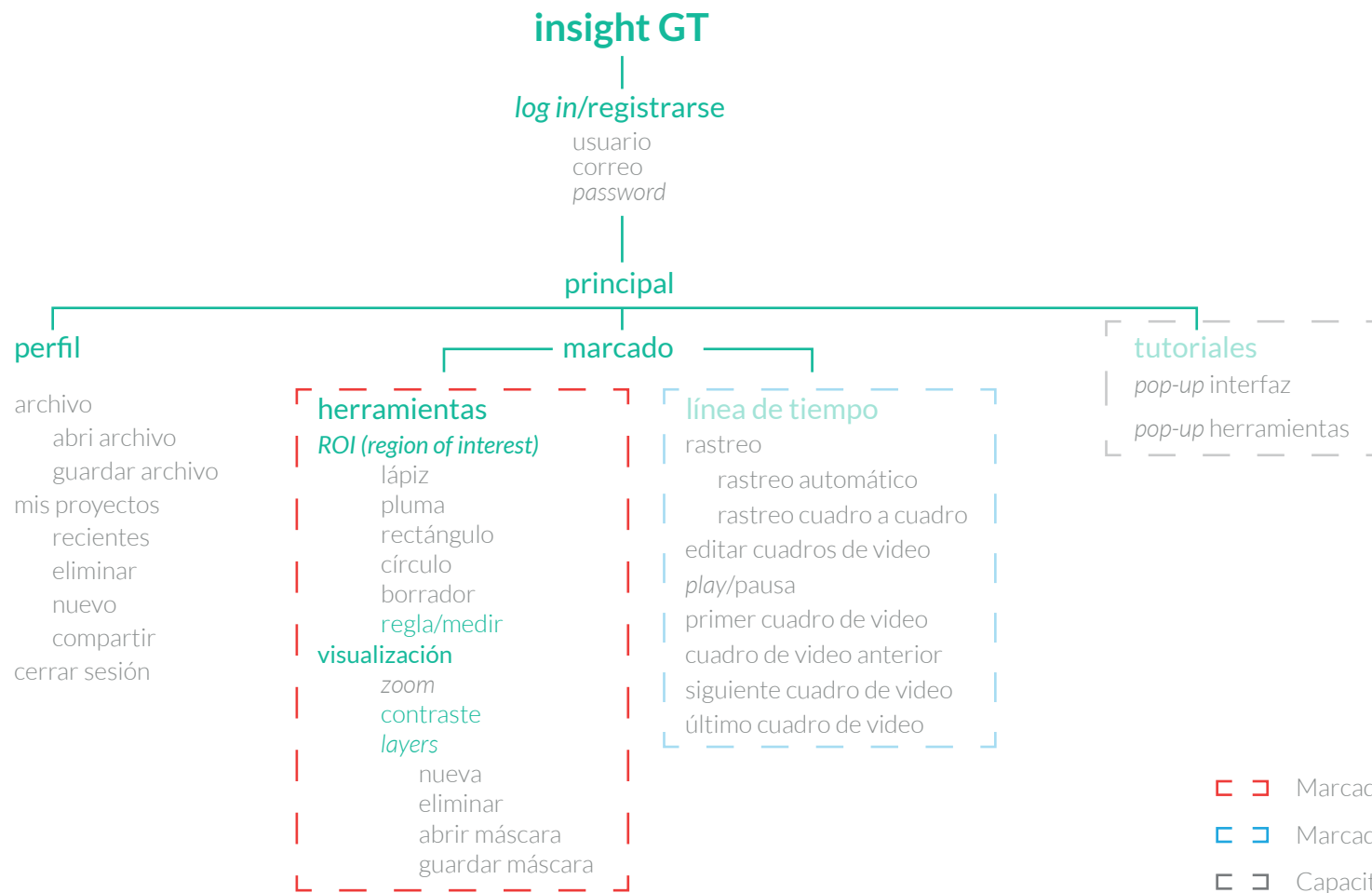
Los problemas de nomenclatura fueron algunos de los problemas detectados durante el *card sorting*, ya que algunos términos no fueron fácilmente reconocidos por los usuarios o no eran compatibles con la función que se planteaba, entre ellos se encuentran: capas, marcado, capturar/liberar contraste.

Se presentó la necesidad de añadir una herramienta de regla para medir milimétricamente de un punto a otro, para así facilitar la ubicación dentro de las imágenes. Además se habló de separar las herramientas en dos sub-secciones: las llamadas *ROIs* (*Region of interest* o regiones de interés) para el marcado o resaltado y herramientas de visualización, las cuales comprenden el *zoom*, contrastes para diferenciar hueso de músculo por ejemplo y los *layers* donde se trabajarán los marcados.

Entre otros cambios, se decidió que el gestionamiento de archivos (abrir y guardar archivos) se manejara directamente desde el perfil, esto por tener mejor acceso a los proyectos. También se simplificó de *log in*/registro de usuarios para acceder a la herramienta.

Las secciones de línea de tiempo y tutoriales se mantienen y se le da un especial énfasis a esta última, ya que se recalca la importancia de la capacitación de los estudiantes y personal.

arquitectura corregida



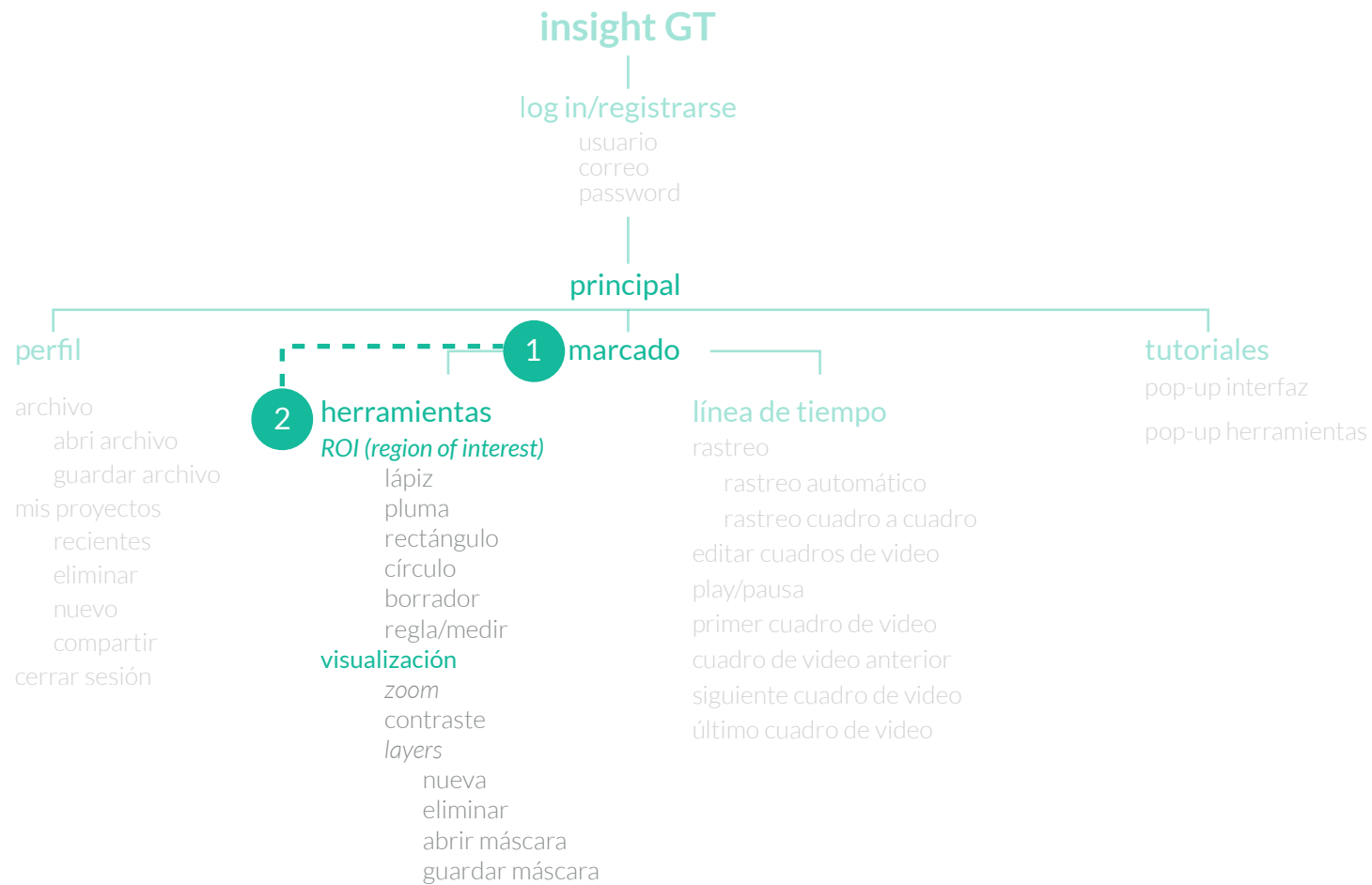
navigation path

Una vez analizado el dendrograma y corregida la arquitectura, se plantean los *navigation path*. En esta sección se muestran los pasos que deben seguir los usuarios para realizar las necesidades que tienen mayor tráfico.

Se realizan los cambios pertinentes para que los usuario realicen la menor cantidad de clics para funcionalidades de uso constante.

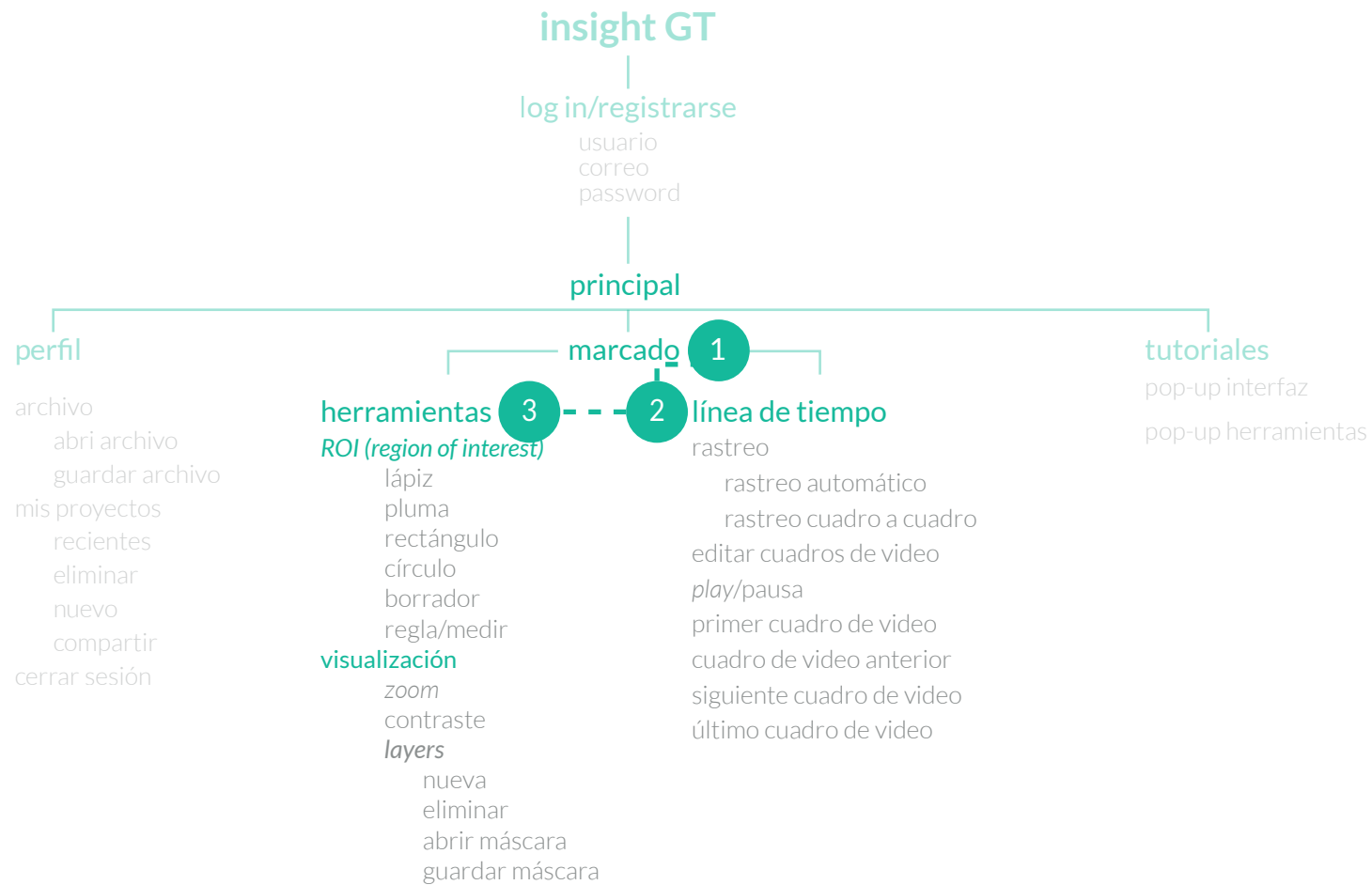
navigation path

01 marcado de imágenes



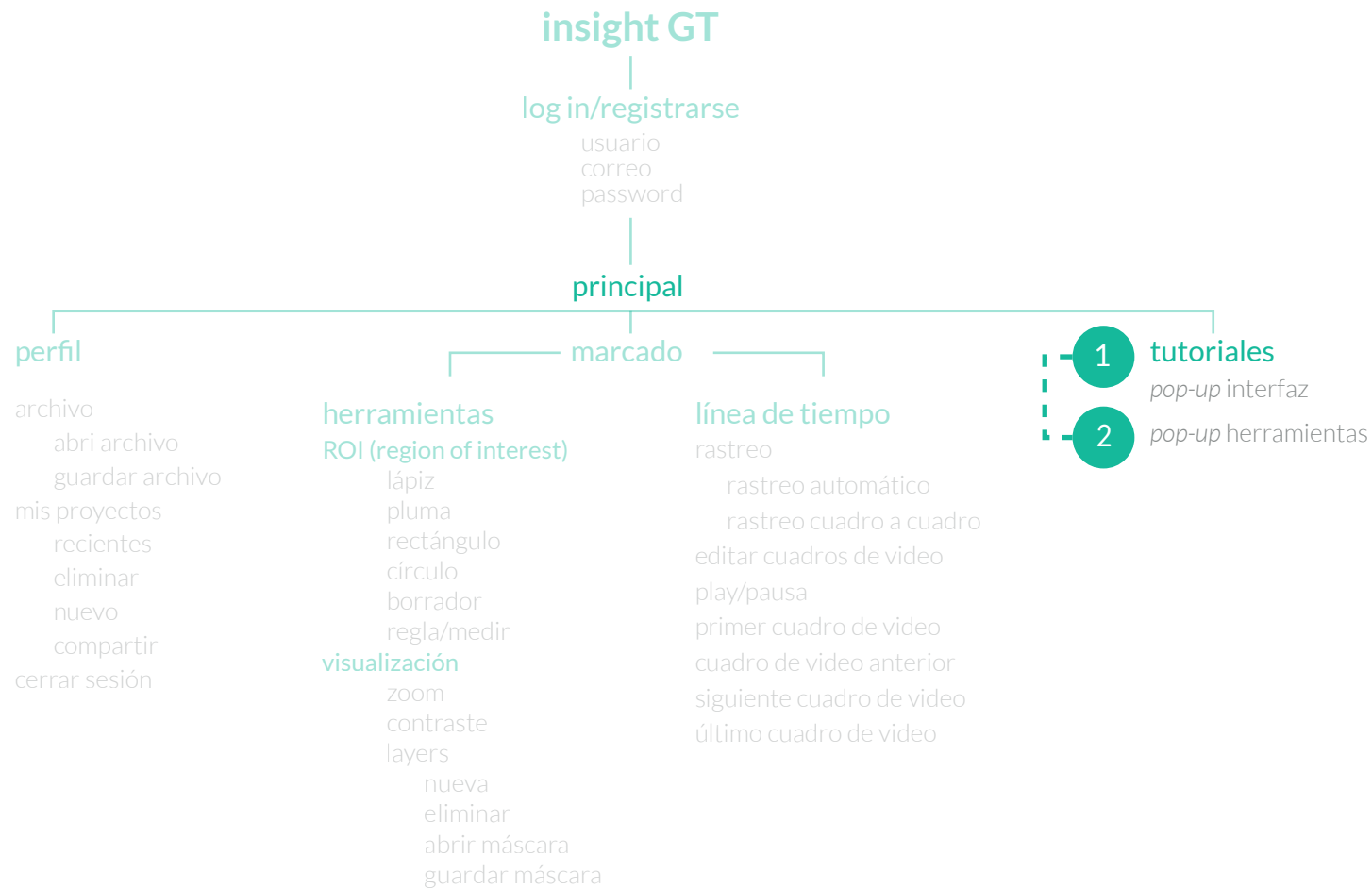
navigation path

02 marcado de video



navigation path

03 capacitar/aprender sobre el mercado



wireframes

Son diagramas de bajo detalle en los que se experimentan por primera vez los posibles escenarios de uso de la aplicación, tomando en cuenta los análisis previos de navegación y estructura.

En estos diagramas se toman en cuenta la jerarquía de los *features* y los patrones de diseño previamente analizados.

wireframes

Insight GT

iniciar sesión

usuario nuevo?
registrarse

Insight GT

registrarse

Insight GT

perfil | marcado | tutoriales

mis proyectos

proyecto 1

creación: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

compartir | eliminar

proyecto 2

creación: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

compartir | eliminar

proyecto 3

creación: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

compartir | eliminar

nuevo

Insight GT

perfil | marcado | tutoriales

mis proyectos

nombre del proyecto

descripción del proyecto

compartir | crear

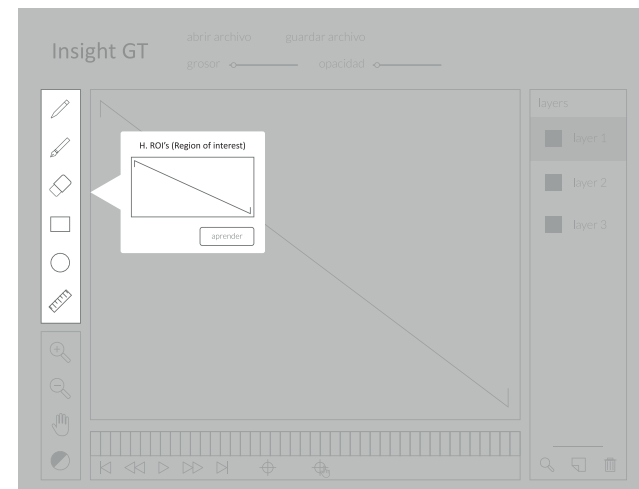
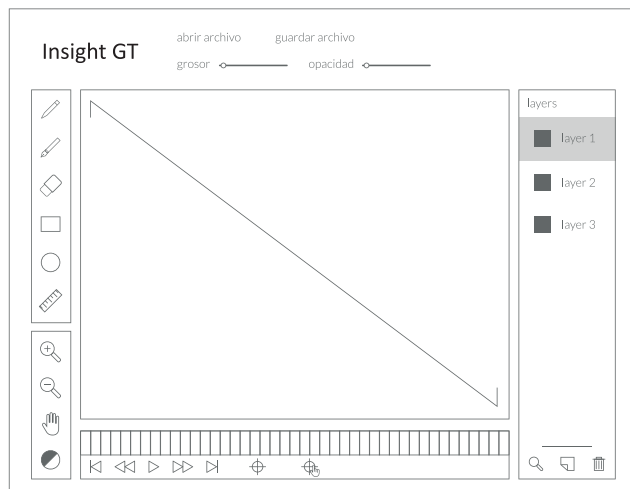
proyecto 1

creación: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

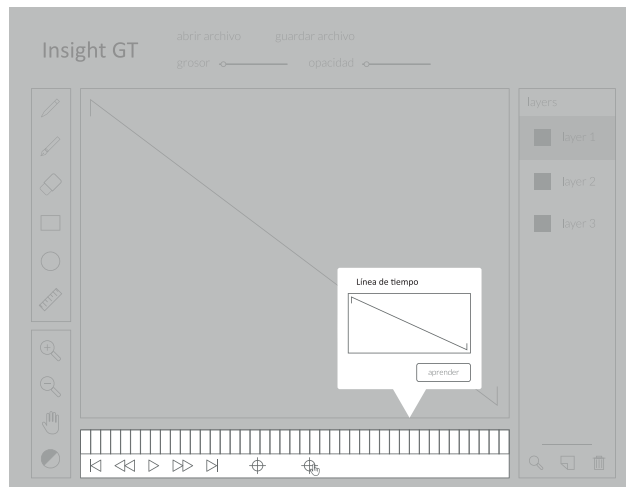
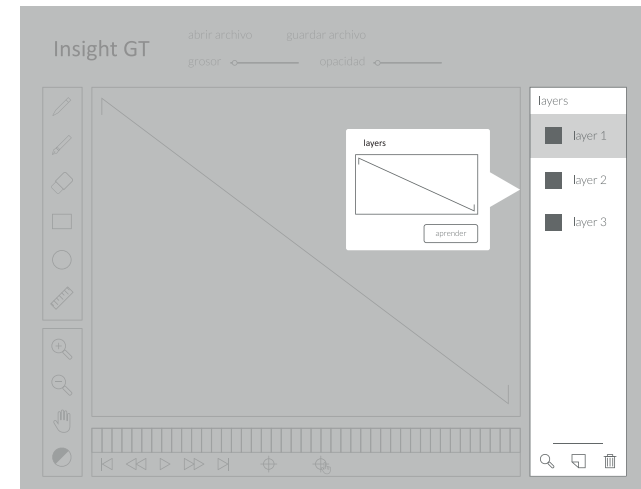
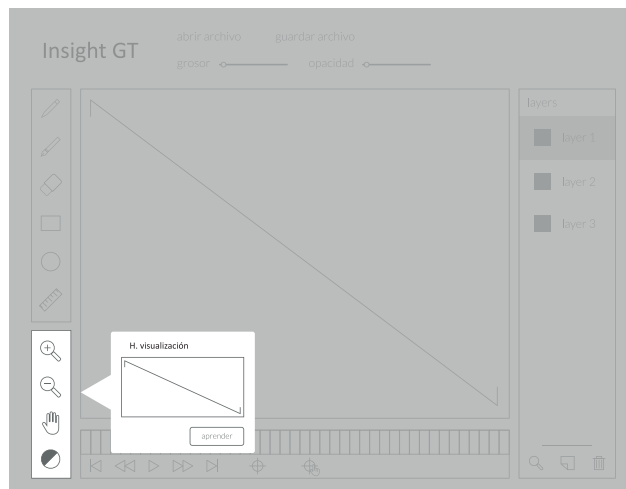
compartir | eliminar

nuevo

wireframes



wireframes

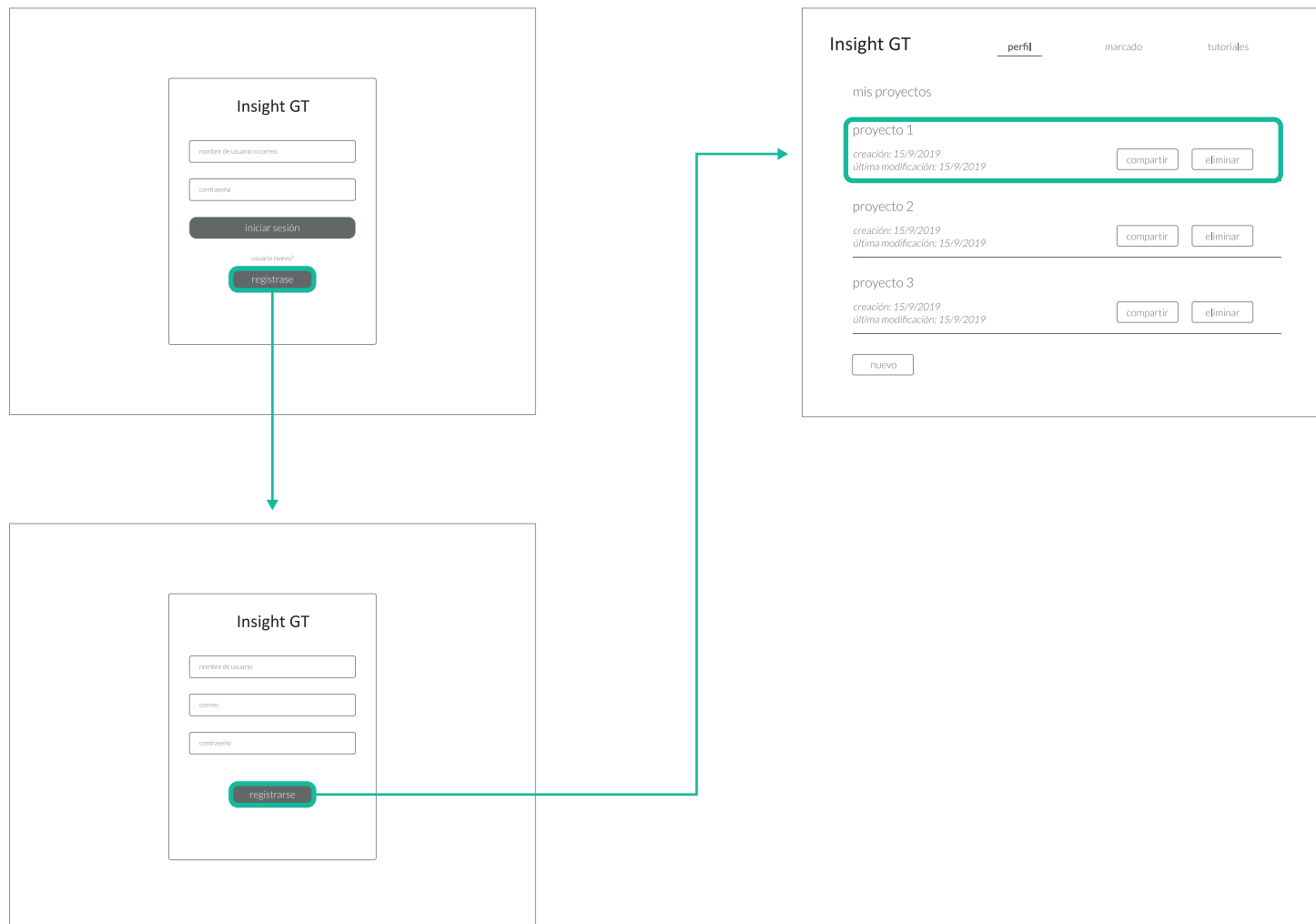


storyboards

Una vez realizados los *wireframes*, se prueban los *navigation path* por medio de *storyboards*, verificando que tanto la arquitectura y diagramación planteadas concuerden entre sí.

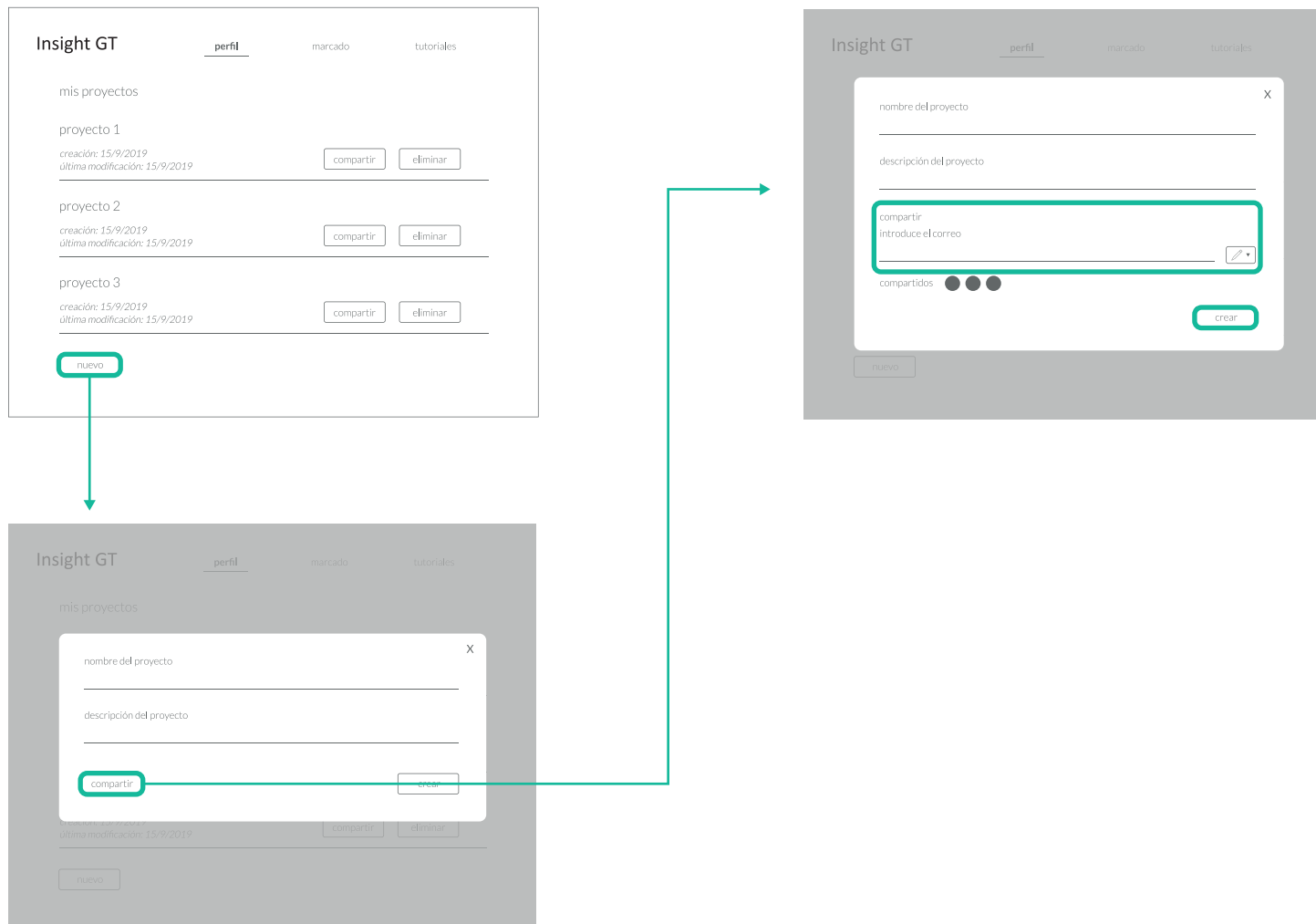
storyboards

01 registrarse y elegir proyecto 1



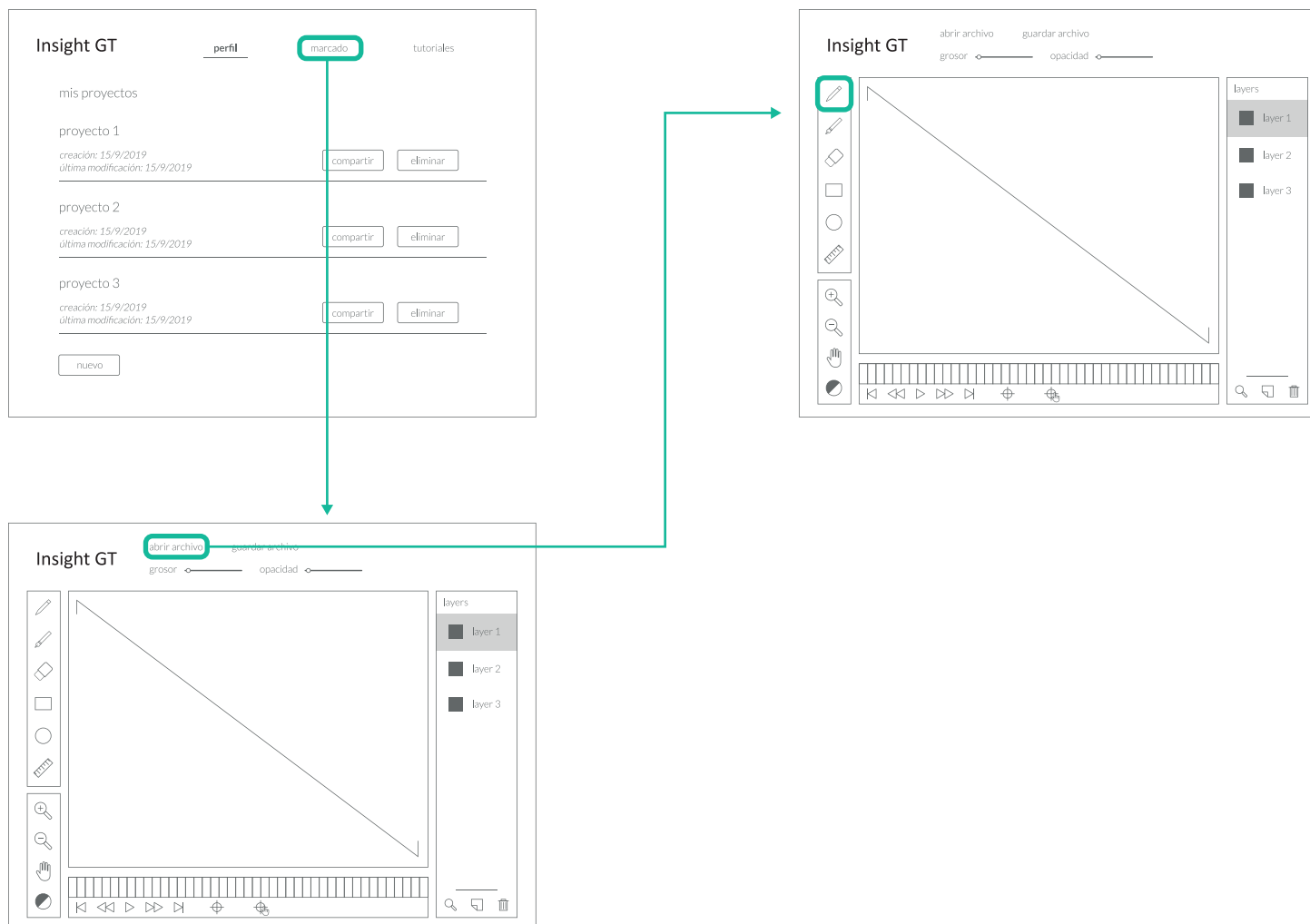
storyboards

02 crear un nuevo proyecto y compartirlo con otro usuario



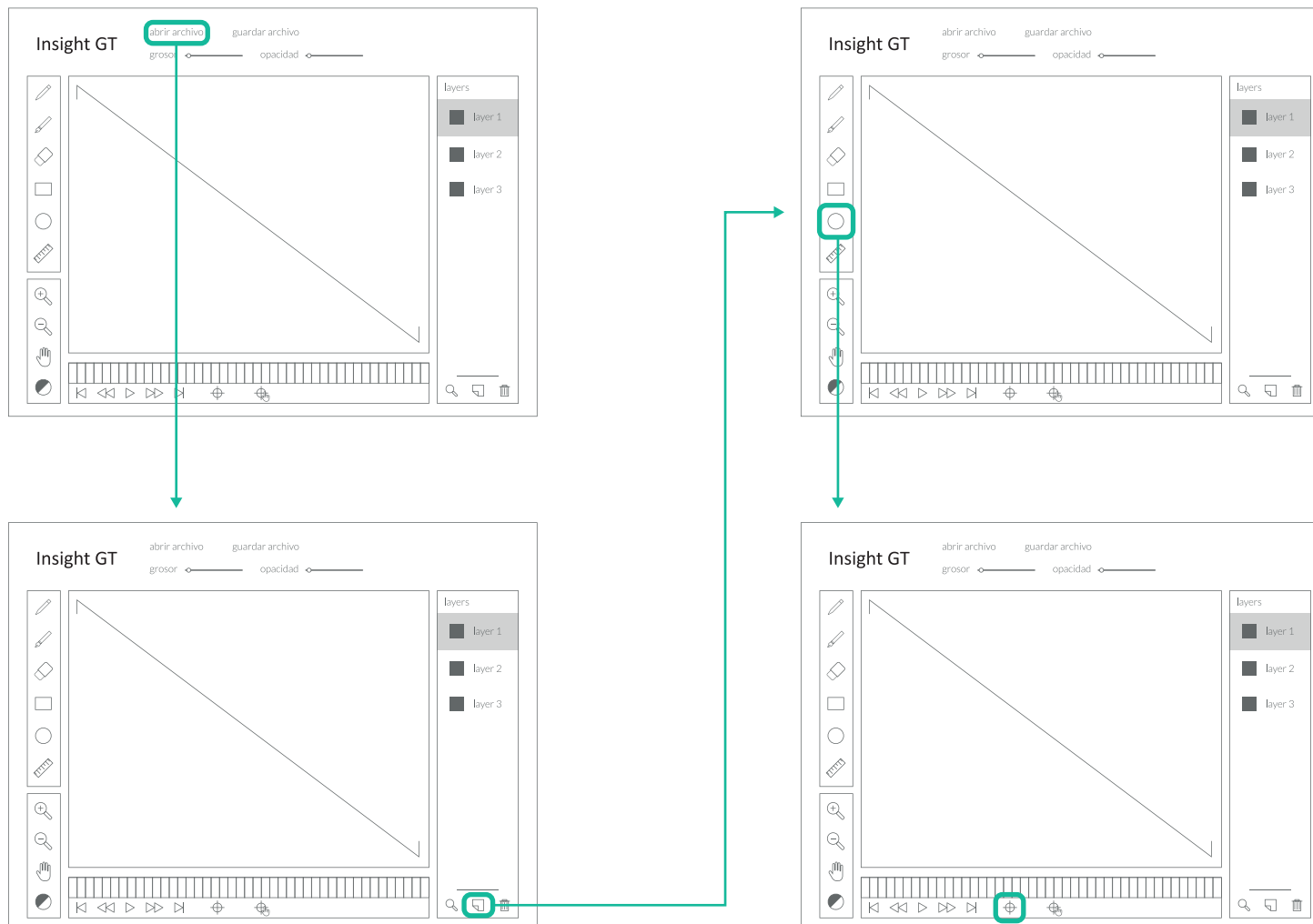
storyboards

03 abrir un archivo de imagen o video y marcar con cualquier herramienta de *ROIs*



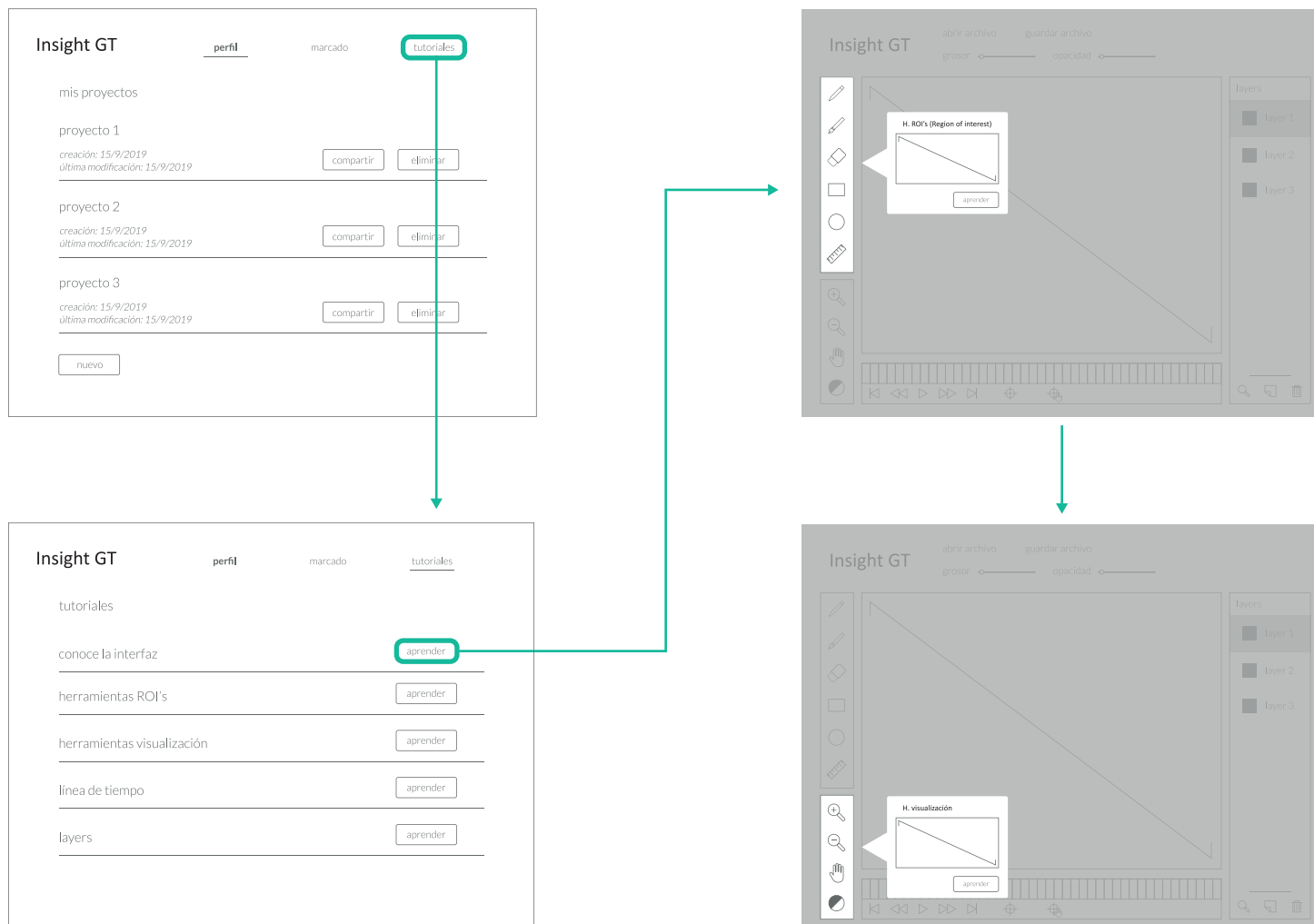
storyboards

04 abrir un archivo de video para habilitar la línea de tiempo, crear un nuevo *layer*, marcar un círculo en el *layer* nuevo y aplicar un rastreo



storyboards

05 abrir el apartado de tutoriales y aprender acerca de la interfaz



paper prototyping

En esta fase se realiza una maqueta en papel de la interfaz propuesta en los *wireframes*, de manera que se puedan realizar pruebas con los *testers*.

En esta prueba se busca probar la navegación dentro de la aplicación, los últimos cambios en arquitectura, los patrones de diseño y la jerarquía de los elementos de la interfaz.

paper prototyping

tarea #1

Es un usuario nuevo en la aplicación, por lo que requiere registrarse y seleccionar el proyecto 1 de los proyectos disponibles

cambios propuestos

Dentro de la parte de registro de nuevos usuarios se añade una opción para confirmación del *password*.

Dentro del *dashboard* que contiene los proyectos se decide cambiar el nombre de “proyecto” a “estudio”, esto para darle más enfoque a los estudios de los pacientes y añadir “estudios recientes” y “búsqueda”. Además, se busca resaltar la palabra “estudio”, ya que no era intuitivo para los *testers* saber que era un botón de acceso y lo confundían con el botón de compartir.

resultados de la prueba

El 100% de los *testers* logró registrarse con éxito en la aplicación. Se hizo una observación sobre añadir una confirmación para el *password*.

Si embargo, el 50% de los *testers* tuvieron problema al entrar al proyecto #1 debido a que se confundían con entrar por el botón de compartir.

paper prototyping

tarea #2

Necesita crear un nuevo proyecto y compartirlo con otros usuarios vía correo para un futuro trabajo colaborativo o revisión de proyectos

cambios propuestos

La “descripción del proyecto” se eliminaría dentro del estudio para dar lugar a las opciones de “tipo de estudio” y “nombre del paciente” para enfocarse aún más a la necesidad para el marcado médico.

resultados de la prueba

Un 20% de los *testers* comentaron que sería importante mencionar el tipo de estudio que se realizan para una mejor clasificación, como por ejemplo tomografías, mamografías, ultrasonidos, resonancias, etc.

paper prototyping

tarea #3

Una vez creado el nuevo proyecto, deberá abrir un archivo, ya sea de video o imagen, y marcar con alguna herramienta de *ROIs*

cambios propuestos

No se realizó ningún cambio

resultados de la prueba

El 100% de los *testers* que realizaron la prueba, lograron esta tarea sin ningún problema

paper prototyping

tarea #4

Necesita abrir un archivo de video para habilitar la línea de tiempo. Una vez hecho eso, debe crear un *layer* nuevo y marcar un círculo en ese *layer*. Por último debe realizar un rastreo del marcado en la línea de tiempo

cambios propuestos

Cambio en el pictograma para el rastreo a uno que los *testers* puedan relacionar con la función de la herramienta.

Eliminar la opción de búsqueda para los *layers* ya que no es necesario por la visibilidad que presenta la ventana de *layers*.

resultados de la prueba

Al 100% de los *testers* le fue difícil encontrar el botón para el rastreo o simplemente lo ubicaron por descarte al ubicarse en la línea de tiempo. No lograron relacionar el pictograma propuesto con la función de rastreo.

Por otro lado, solo un 10% de los *testers* le fue difícil encontrar el botón para crear un nuevo *layer*.

paper prototyping

tarea #5

Para saber más acerca de la aplicación, debe buscar la sección de tutoriales y aprender acerca de la interfaz completa

cambios propuestos

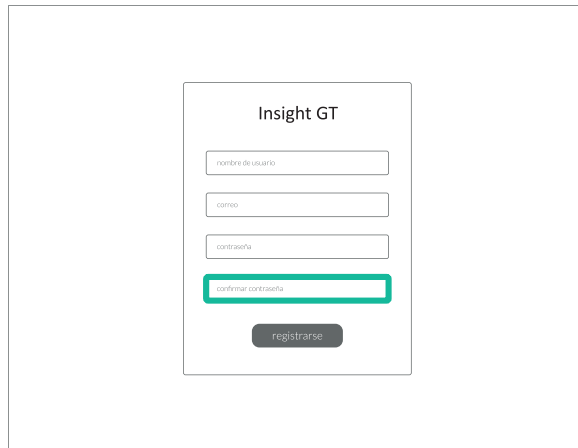
Añadir también el menú principal en la sección de marcado para acceder con más facilidad a la sección de tutoriales.

resultados de la prueba

El único problema que presentó esta tarea fue el poder devolverse de la sección de marcado a la sección principal para acceder a los tutoriales, el resto fue sencillo para los *testers*.

storyboards corregidos

tarea #1



Insight GT

nombre de usuario

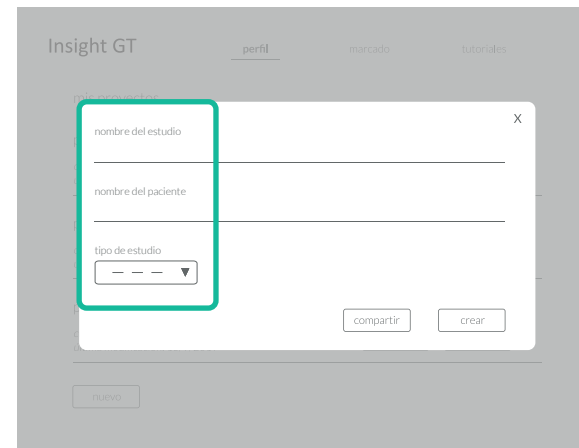
correo

contraseña

confirmar contraseña

registrarse

tarea #2



Insight GT

perfil mercado tutoriales

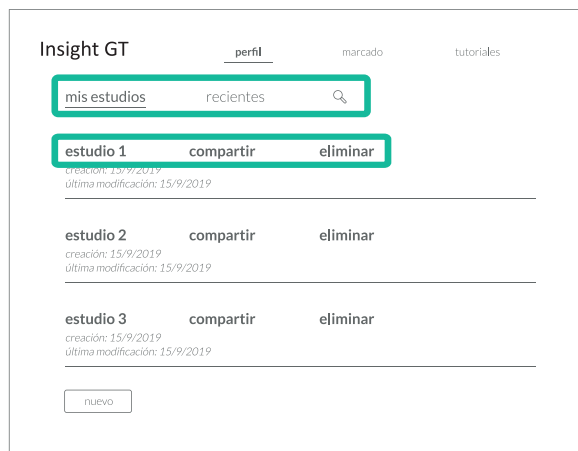
nombre del estudio

nombre del paciente

tipo de estudio

compartir crear

nuevo



Insight GT

perfil marcado tutoriales

mis estudios recientes

estudio 1 compartir eliminar

creación: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

estudio 2 compartir eliminar

creación: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

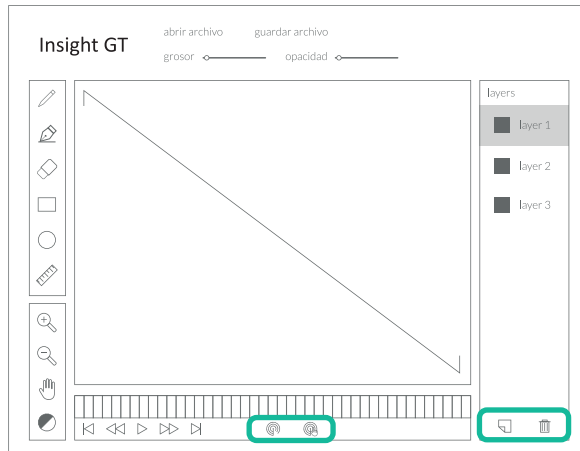
estudio 3 compartir eliminar

creación: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

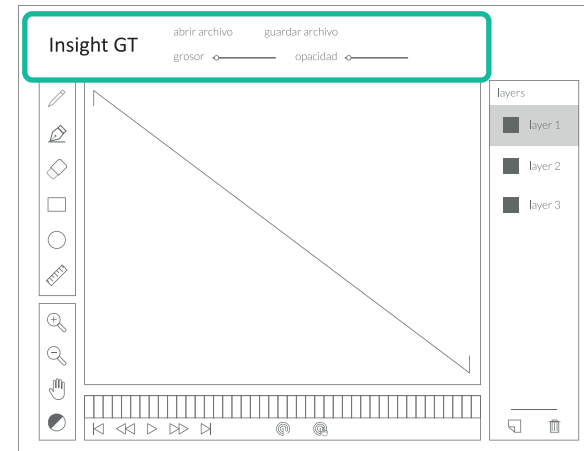
nuevo

storyboards corregidos

tarea #4



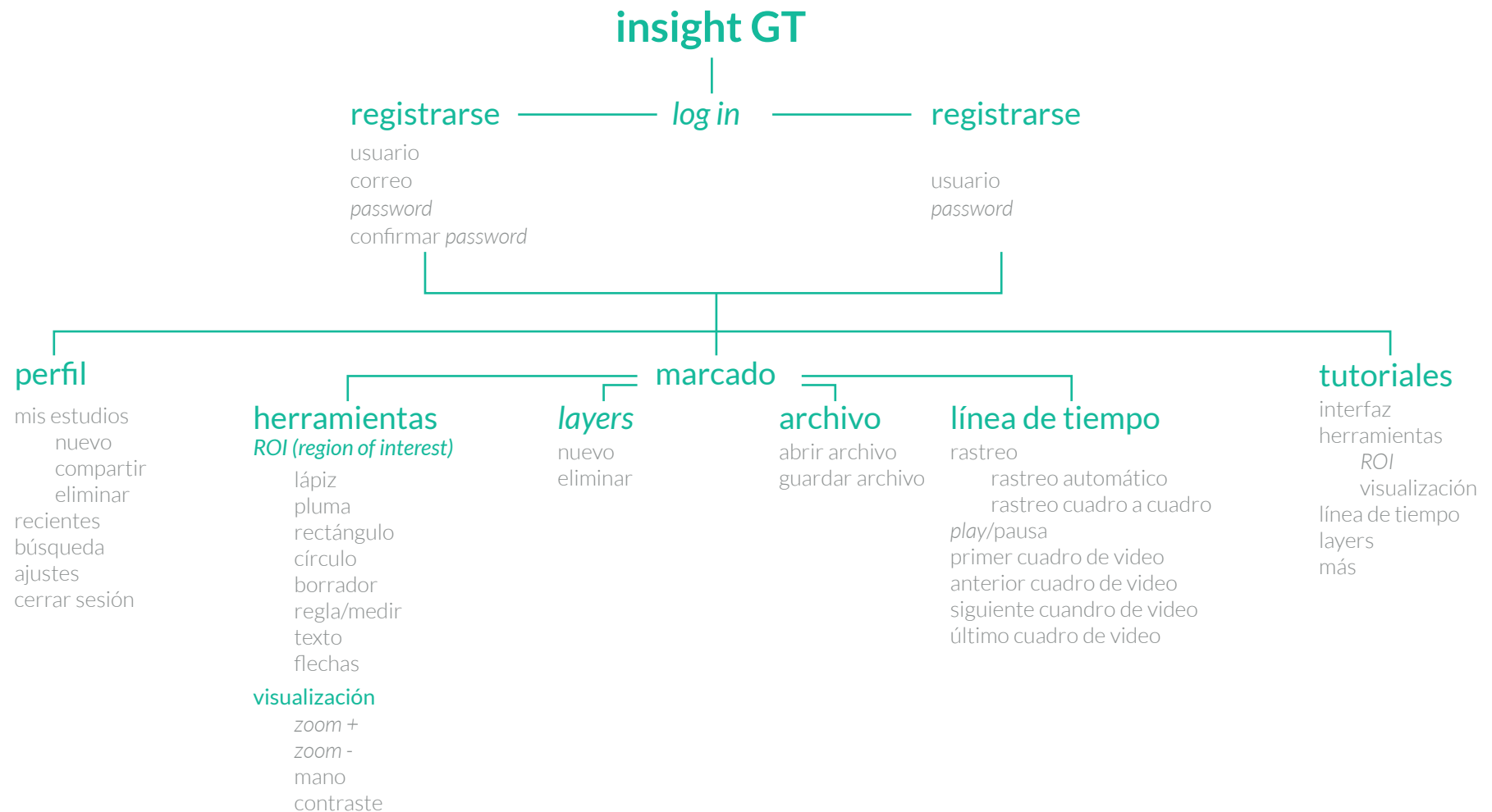
tarea #5



arquitectura beta

Una vez realizadas las pruebas de *paper prototyping*, se define una nueva arquitectura en la que se incluyen todas las observaciones y correcciones encontradas durante esta etapa de usabilidad. Esta arquitectura final debe responder a las necesidades encontradas en la navegación, nomenclatura, grupos definidos, etc.

arquitectura beta



E3

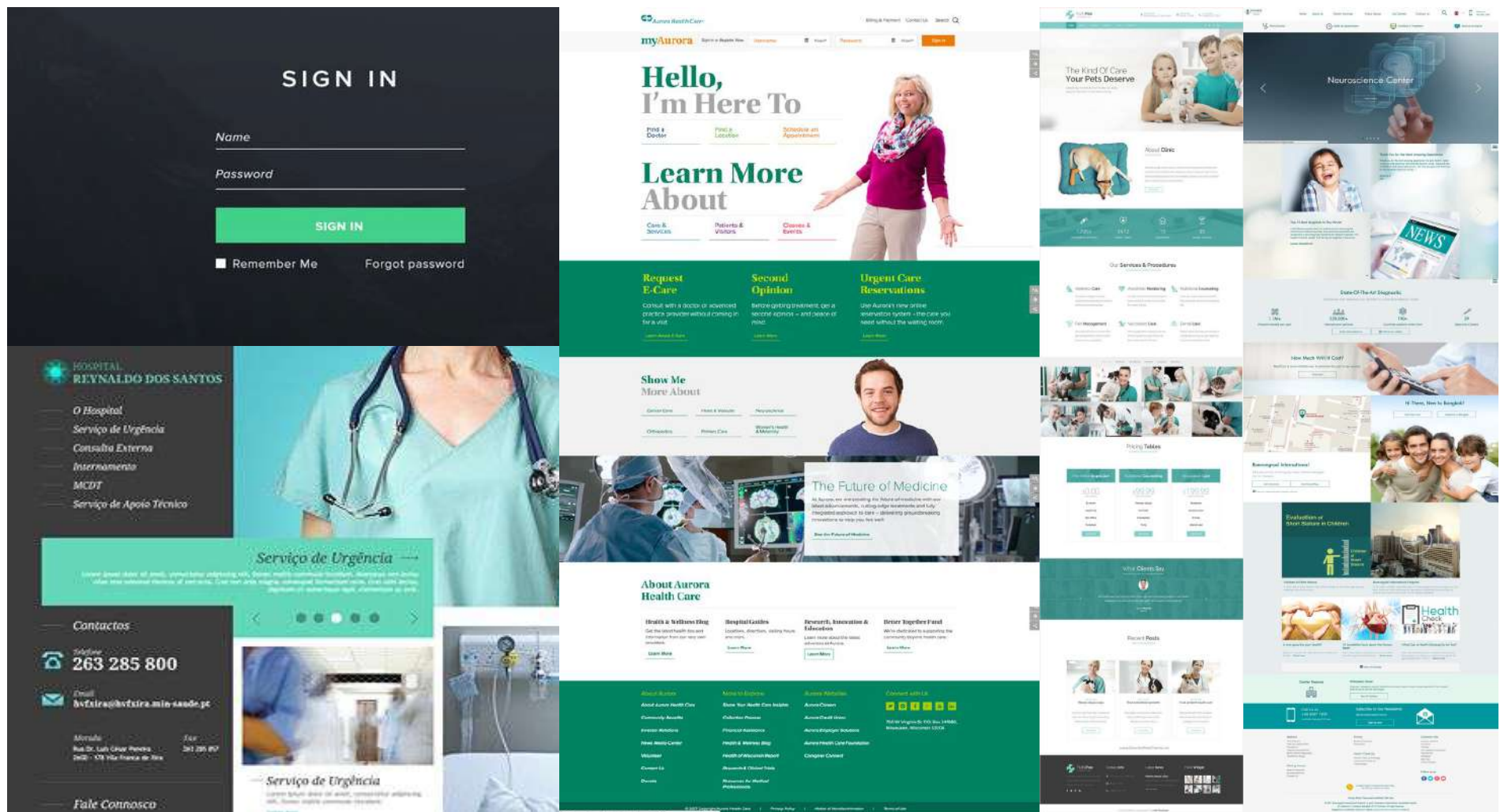
diseño gráfico de la interfaz

look & feel

Concluidos los análisis de la etapa 2 y definidos los elementos de nomenclatura, estructura, jerarquía y diagramación, se continúa con el *look & feel*; es decir la etapa de diseño gráfico de la aplicación, la cual consta de cuatro actividades que más adelante se validarán en el *mock up*.

look & feel

moodboard



look & feel

tipografía

Se define la fuente *Lato* como tipografía principal para la aplicación debido a su legibilidad al ser *sans serif*, un aspecto importante a tomar en cuenta para una mayor comprensión de las funciones que se plantean dentro de la aplicación.

Light

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
1234567890

Regular

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
1234567890

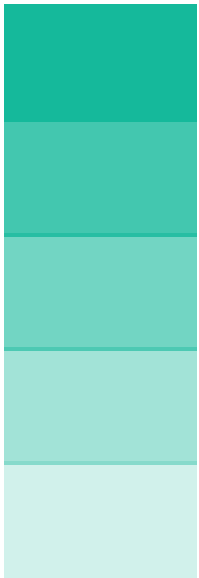
Regular

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
1234567890

look & feel

cromática

En cuanto a la cromática, se elige la paleta de color tomando en cuenta lo analizado en el *moodboard*, de manera que esté acorde con el concepto planteado y que intuitivamente, conserve una estrecha relación con el área médica



#2EB196



#0a6d53



#959795



#052049

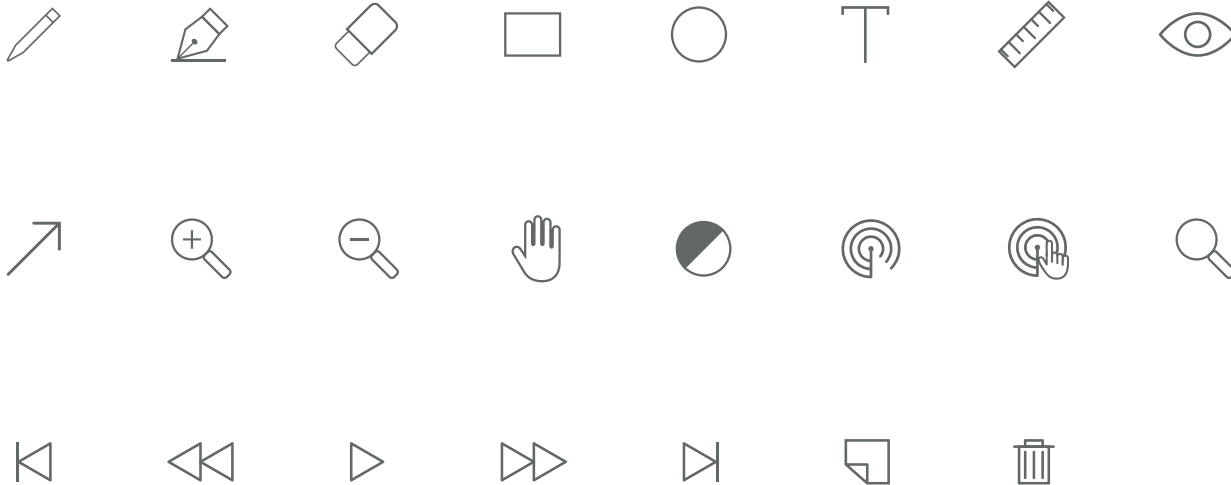


#FFFFFF

look & feel

iconografía

La iconografía definida para la aplicación se presenta de forma simple para que el usuario pueda reconocer y comprender fácilmente la función a la que está destinada.



mock up

El *mock up* es una maqueta interactiva que se desarrolla con el proposito de validar el nuevo rediseño del paper prototyping junto al *look & feel* propuesto por medio de pruebas de heurísticas.

mock up

Insight GT

iniciar sesión

usuario nuevo?

registrarse

Insight GT

registrarse

Insight GT

perfil | marcado | tutoriales

mis estudios

recientes

🔍

estudio 1

abrir

compartir

eliminar

paciente: jean carlo picado

creación: 15/9/2019

tipo de estudio: ultrasonido

última modificación: 15/9/2019

estudio 2

abrir

compartir

eliminar

paciente: jean carlo picado

creación: 15/9/2019

tipo de estudio: ultrasonido

última modificación: 15/9/2019

estudio 3

abrir

compartir

eliminar

paciente: jean carlo picado

creación: 15/9/2019

tipo de estudio: ultrasonido

última modificación: 15/9/2019

nuevo

Insight GT

perfil | marcado | tutoriales

mis estudios

recientes

🔍

nombre del estudio

nombre del paciente

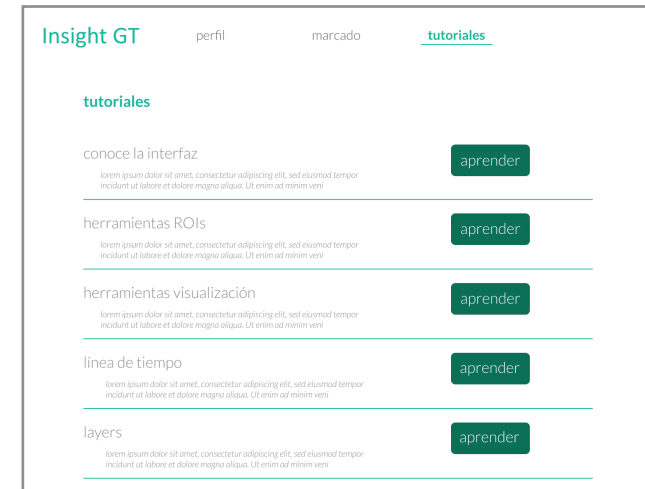
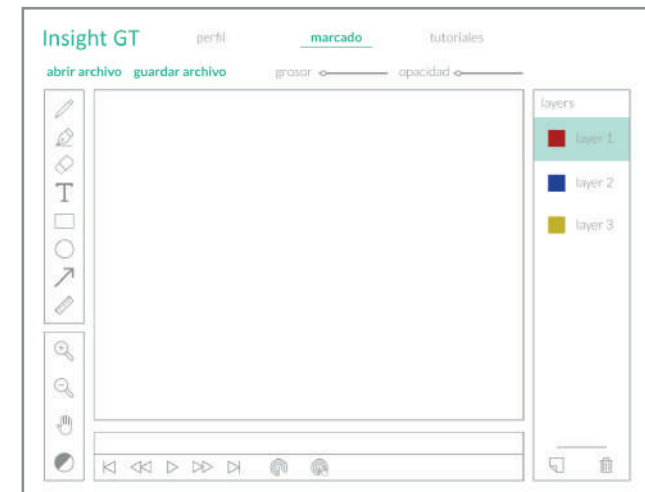
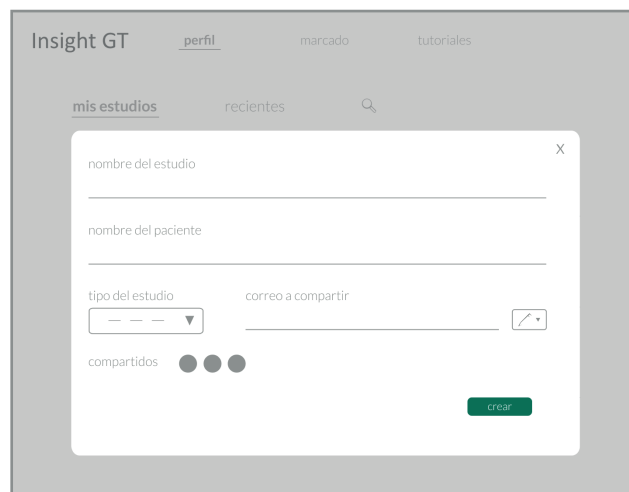
tipo del estudio

compartir

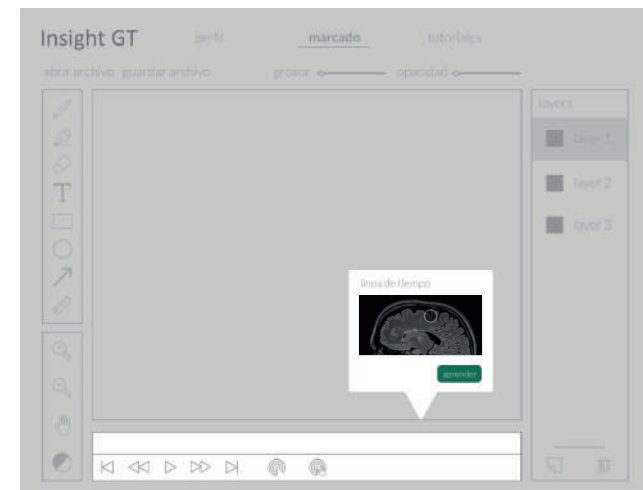
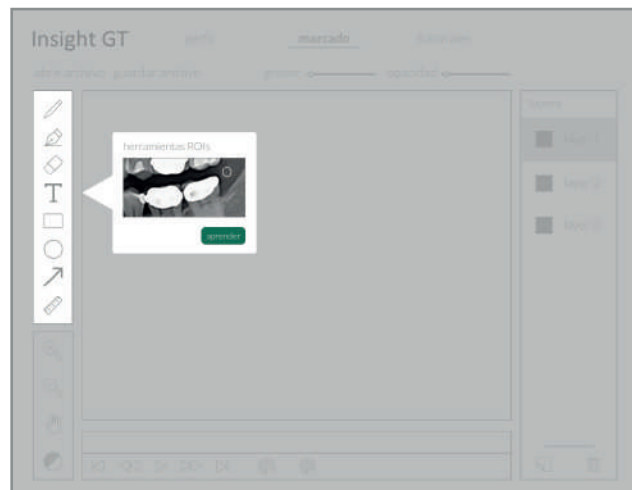
crear

nuevo

mock up



mock up



heurísticas

Las pruebas de heurísticas se realizan junto con el *mock up*, con el cual se plantean escenarios de uso y se asignan tareas en función a las necesidades definidas en las etapas anteriores.

Estas pruebas son similares al paper prototyping con la diferencia que se valida el *look & feel*, la jerarquía y la secuencia de lectura.

heurísticas

tarea #1

Es un usuario nuevo en la aplicación, por lo que requiere registrarse y seleccionar el estudio 1 de los estudios disponibles.

cambios propuestos

Se decide darle jerarquía al título del estudio y a la descripción cambiando la cromática de los botones, haciendolos menos llamativos. Además se cambia la diagramación de los mismos, dándole más pertenencia con la descripción.

resultados de la prueba

Se comentó acerca de sobresaltar la información de los estudios sobre los botones, además de que no se tomó en cuenta la sección de información de los usuarios.

heurísticas

tarea #2

Necesita crear un nuevo proyecto y compartirlo con otros usuarios vía correo para un futuro trabajo colaborativo o revisión de proyectos.

cambios propuestos

Se decide cambiar la posición del botón “nuevo” hacia la derecha, creando pertenencia entre los demás botones. además se decide bajar el tamaño de los mismos.

La información de la ventana “compartir” se divide y se cambia la diagramación, de manera que el menú desplegable de “tipo de estudio” no interfiera en la lista de compartidos.

resultados de la prueba

Hubo un poco de confusión al momento de buscar el botón “nuevo”, puesto que los *testers* no estaban acostumbrados a la ubicación que se plantea.

La ventana emergente de “compartir” presenta un espacio muy amplio para descripción, el cual se podría reducir para optimizar el espacio.

heurísticas

tarea #3

Una vez creado el nuevo proyecto, deberá abrir un archivo, ya sea de video o imagen, y marcar con alguna herramienta de *ROIs*.

cambios propuestos

El menú principal se separa del área de trabajo por medio de un *header*, diferenciándolo con un color diferente.

La sección de “*layers*” se reduce y se acercan los elementos gráficos para tener pertenencia. en el nuevo espacio que se genera, se colocan los botones de “abrir/guardar archivo”, mientras que la sección de “grosor/opacidad” se colocan al lado de las herramientas de *ROIs*.

resultados de la prueba

Las secciones de “abrir/guardar archivo” y “grosor/opacidad” se perciben como un solo bloque y necesita diferenciación. La sección de “*layers*” abarca un amplio espacio que podría reducirse para optimizar el espacio.

Se comentó acerca de una diferenciación de color entre el menú principal y el área de trabajo.

heurísticas

tarea #4

Necesita abrir un archivo de video para habilitar la línea de tiempo. Una vez hecho eso, debe crear un *layer* nuevo y marcar un círculo en ese *layer*. Por último debe realizar un rastreo del marcado en la línea de tiempo.

cambios propuestos

Se decide bajar la opacidad de los *frames*, volviéndolos más sutiles y diferenciándolos de acuerdo a cuáles se encuentran seleccionados.

resultados de la prueba

Al cargar un video/imagen, la línea de tiempo se habilita mostrando los *frames* que lo conforman, sin embargo, la cromática que presenta es muy llamativa en comparación al resto del área.

heurísticas

tarea #5

Para saber más acerca de la aplicación, debe buscar la sección de tutoriales y aprender acerca de la interfaz completa.

cambios propuestos

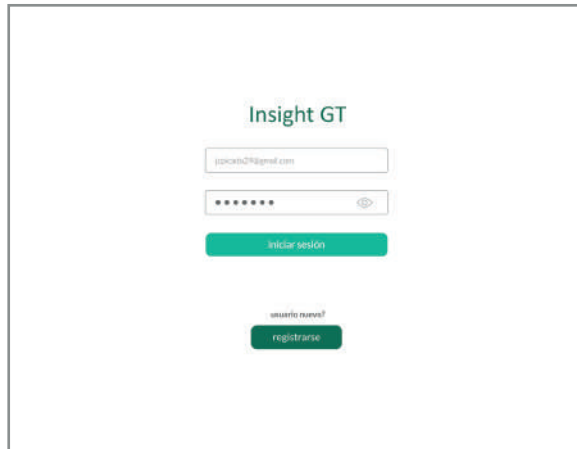
Se cambia la diagramación de los botones para que tengan pertenencia con el título y la descripción, además se reduce el tamaño de los botones y se resaltan los títulos y descripciones con el fin de darle jerarquía.

resultados de la prueba

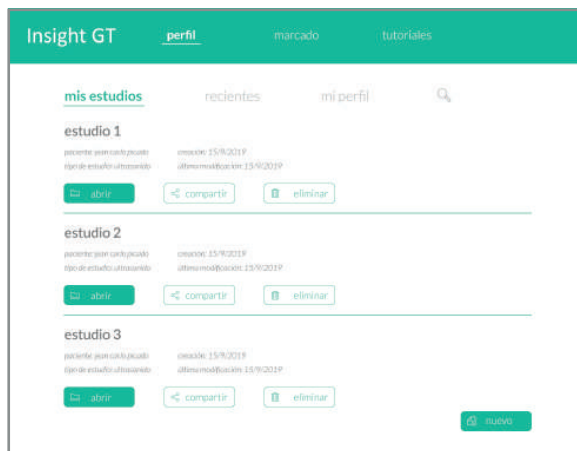
En cuanto a tutoriales, se comentó el resaltar también el título y descripción como en la primera tarea, dejando en segundo plano los botones.

mock up corregido

tarea #1



Insight GT



Insight GT perfil marcado tutoriales

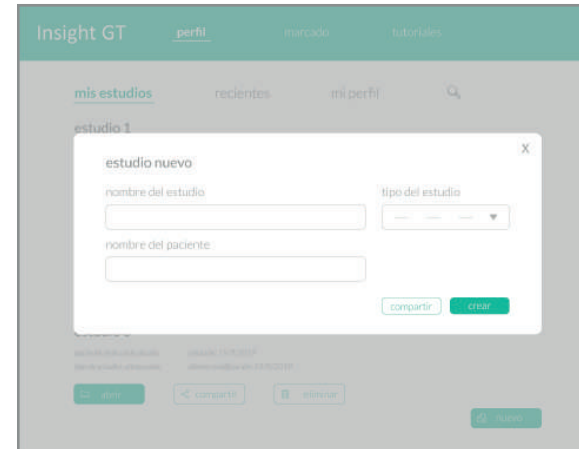
mis estudios recientes mi perfil

estudio 1
paciente: Juan Carlos Pacato
tipo de estudio: ultrasonido
creado: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

estudio 2
paciente: Juan Carlos Pacato
tipo de estudio: ultrasonido
creado: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

estudio 3
paciente: Juan Carlos Pacato
tipo de estudio: ultrasonido
creado: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

tarea #2



Insight GT perfil marcado tutoriales

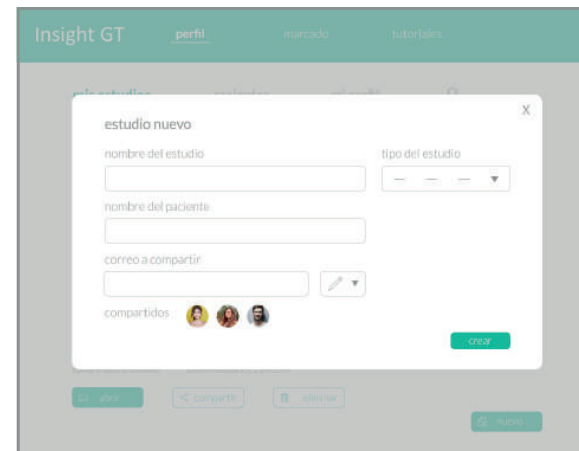
mis estudios recientes mi perfil

estudio nuevo

nombre del estudio

tipo del estudio

nombre del paciente



Insight GT perfil marcado tutoriales

mis estudios recientes mi perfil


estudio nuevo

nombre del estudio

tipo del estudio

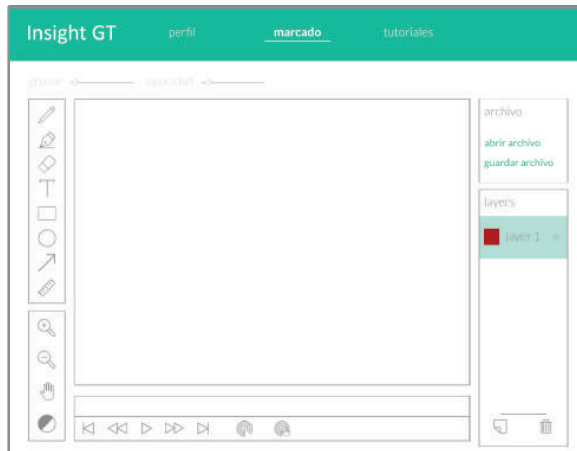
nombre del paciente

correo a compartir

compartidos 

mock up corregido

tarea #3

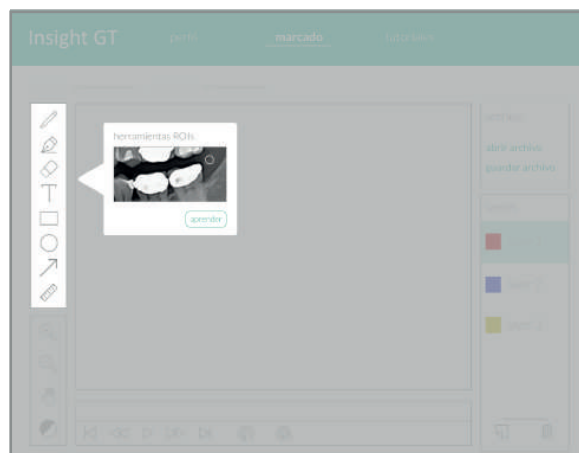
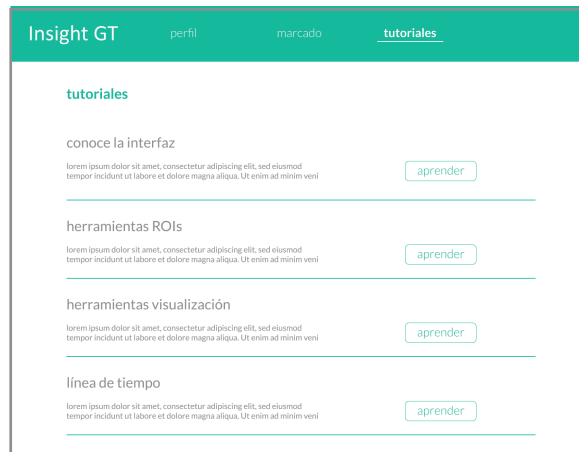


tarea #4



mock up corregido

tarea #5



propuesta final

Insight GT

usuario nuevo?

Insight GT

Insight GT perfil marcado tutoriales

mis estudios recientes mi perfil

estudio 1

paciente: jean carlos pineda
tipo de estudio: ultrasonido

creado: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

estudio 2

paciente: jean carlos pineda
tipo de estudio: ultrasonido

creado: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

estudio 3

paciente: jean carlos pineda
tipo de estudio: ultrasonido

creado: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

Insight GT perfil marcado tutoriales

mis estudios recientes mi perfil

estudio 1

estudio nuevo

nombre del estudio

tipo del estudio

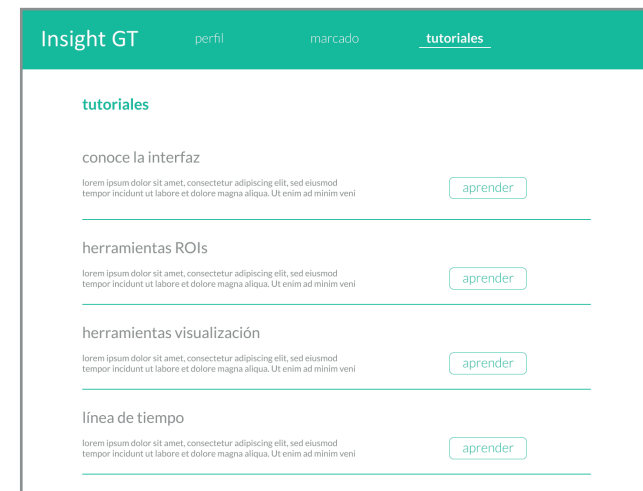
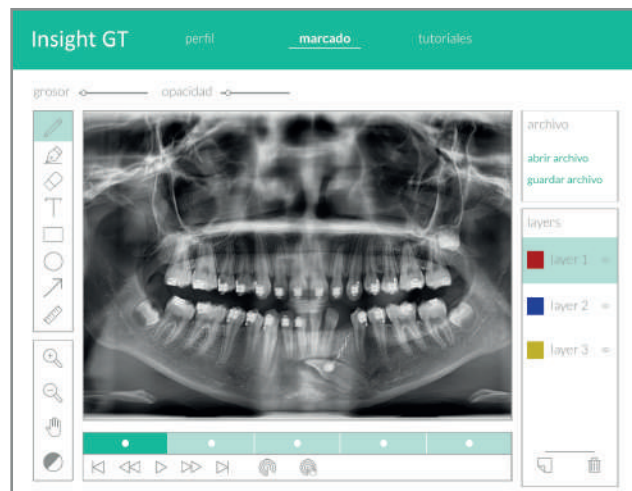
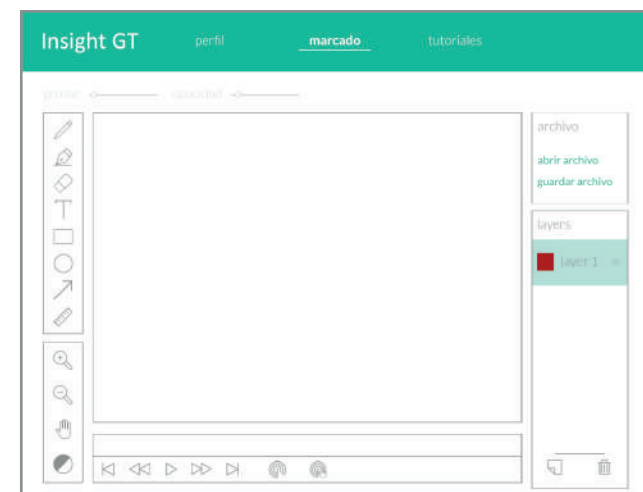
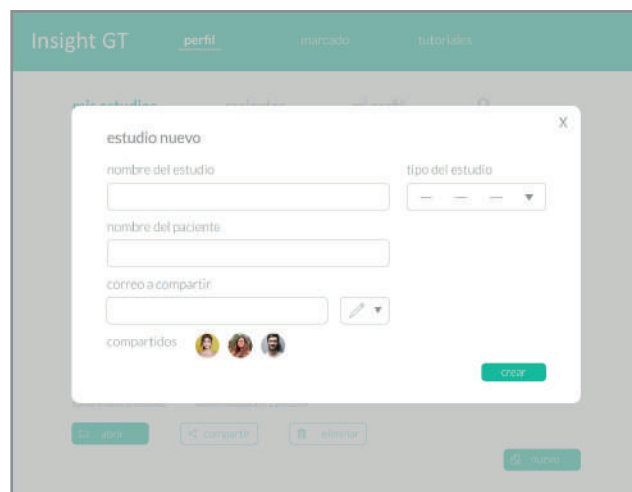
nombre del paciente

estudio 2

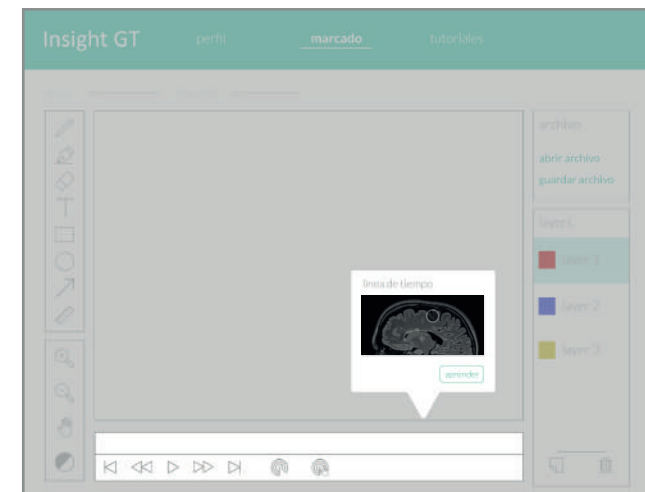
paciente: jean carlos pineda
tipo de estudio: ultrasonido

creado: 15/9/2019
última modificación: 15/9/2019

propuesta final



propuesta final



gradiente de mejora

Para el rediseño de la aplicación se tomó en cuenta no solo las funciones de marcado de imágenes, sino también la administración de diferentes proyectos o estudios por medio de la *web*, además de la implementación de una línea de tiempo para el marcado en fotogramas de video o secuencias de imágenes.

Entre otros aspectos, se refuerzan las herramientas y funciones establecidas complementandolas con una iconografía simple y rediseño de botones, generando una interfaz amigable para el usuario.

conclusiones

Uno de los factores de mayor peso en el desarrollo del proyecto es el comprender y determinar las necesidades específicas de los usuarios a los que va dirigida la aplicación. Así como el comportamiento de los mismo durante la realización de las pruebas de usabilidad.

Una vez definidos estos puntos, se genera una navegación sencilla sin pasos complicados, acompañado de un estilo gráfico simple, lo cual permite a los usuarios una mejor comprensión del uso de la herramienta en el menor tiempo posible

recomendaciones

Entre los principales cambios que se proponen a futuro, es el poder cargar los paquetes de imágenes directamente desde el equipo de radiografía hasta la aplicación, de este modo permitiría también el desarrollo de la herramienta para dispositivos móviles (tablet), generando así otra opción de uso más eficiente.

Al tratarse de una aplicación web con la que se piensa trabajar en una nube de archivos, se propone que los cambios y marcados que se realizan se puedan guardar automáticamente y así evitar la pérdida de avances.

bibliografía

Bordils, F. & Chavarría M.. (2015). Almacenamiento y transmisión de imágenes. PACS. Agosto, 2019, de Monográfico: Radiología Digital Sitio web:
http://www.conganat.org/SEIS/is/is45/IS45_54.pdf

Universidades.cr. (2018). Todo sobre la carrera de Imagenología. Agosto, 2019, de Universidades.cr Sitio web:
<https://www.universidadescr.com/blog/todo-sobre-la-carrera-de-imagenologia/>

Cantú, A.. (2017). Qué es: Arquitectura de Información (IA). Agosto, 2019, de Intuitivamente Sitio web:
<https://blog.acantu.com/que-es-arquitectura-informacion/>

Cantú, A.. (2016). Qué es: UX y UI. Agosto, 2019, de Intuitivamente Sitio web:
<https://blog.acantu.com/que-es-ux-y-ui/>

Hernández-Castro, F. (2016). Metodología para el análisis y diseño de aplicaciones (Usability Cookbook). Escuela de Diseño Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, Tomado de <http://skizata.com/> en Agosto 2019

Ortega, D. & Iznaga, A.. (2008). Técnicas de Segmentación de Imágenes Médicas. Agosto, 2019, de CUJAE Sitio web:
https://www.researchgate.net/profile/Dolgis_Ortega/publication/275951781_Tecnicas_de_Segmentacion_de_Imagenes_Medicas/links/554a60730cf21ed21358e423/Tecnicas-de-Segmentacion-de-Imagenes-Medicas.pdf

anexos

Material de apoyo que hace constar el análisis y pruebas realizadas durante el proyecto.

bitácora

Durante el desarrollo del proyecto, cada resultado obtenido y datos relevantes de la metodología utilizada, fue recopilada en una bitácora para ser procesada posteriormente en el informe.



card sorting

imágenes de pruebas

Se le realizaron las pruebas de card sorting a profesores y estudiantes de 1er a 4to año de carrera de Imagenología de la Universidad de Costa Rica, además de médicos y técnicos de clínicas privadas de la provincia de Cartago.



wireframes

low fidelity

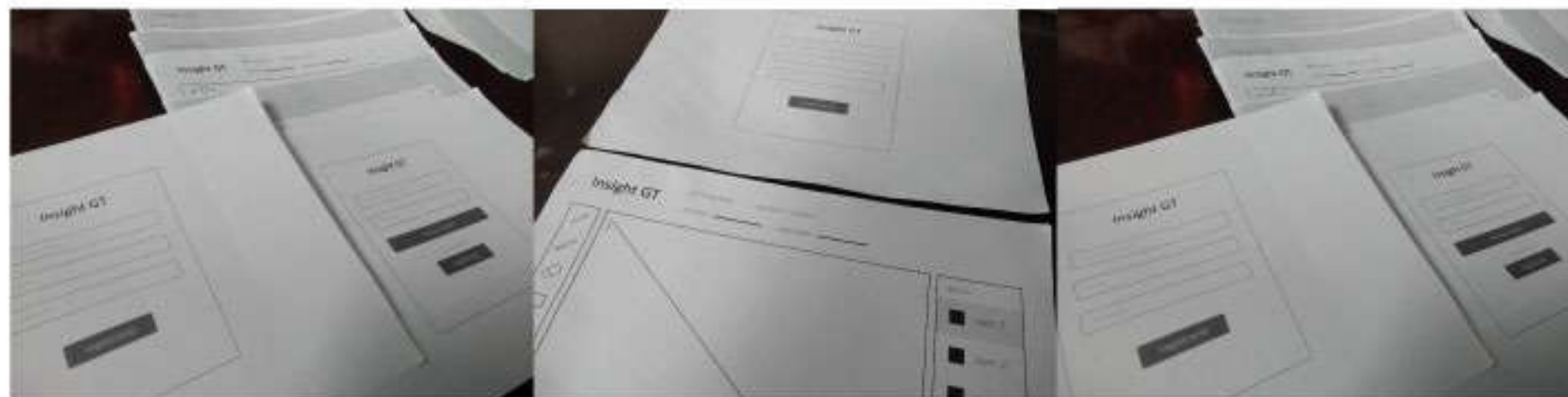
Son interfaces hechas en papel donde se muestra donde se colocarán los contenidos más básicos que conforman la aplicación.



wireframes

high fidelity

Es una representación más completa del producto final, en donde se presentan interacciones con el usuario, elementos clickeables, etc.



**Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial**

Trabajo Final de Graduación_Bachillerato | 2S Semestre 2019

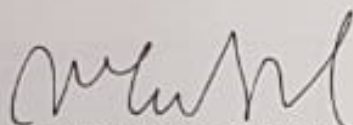
**Trabajo Final de Proyecto de Graduación
Bachillerato Ingeniería en Diseño Industrial**

Constancia de la Defensa Pública

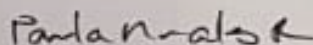
El Trabajo Final de Graduación presentado por el estudiante Jean Carlo Picado, carné 201170788, titulado:

Rediseño de la interfaz Insight GT para el rastreo de patrones en fotogramas de video

ha sido defendido públicamente el día Lunes 25 de noviembre del año 2019 ante su Profesor Asesor y el Tribunal Evaluador.



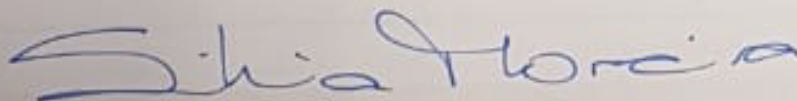
MDS. Marcela Cubero
Profesor Asesor



Licda. Paula Morales
Tribunal Evaluador



M.Sc. Leonardo Montero
Tribunal Evaluador



M.Sc. Silvia Moreira
Coordinadora Trabajo Final de Graduación_IDI

Lunes 25 de noviembre de 2019, Cartago